

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

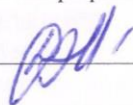
УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ООП «Метеорология»
кандидат географических наук, доцент



И.В. Кужевская
«29» июля 2019 г.

Руководитель ООП «Гидрология»,
ООП «Гидрометеорология»
кандидат географических наук, доцент



Д.А. Вершинин
«29» июля 2019 г.

ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Направление подготовки
05.03.04 – Гидрометеорология

Профиль подготовки
Гидрология

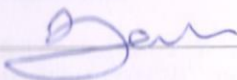
Профиль подготовки
Метеорология

Квалификация выпускника
Бакалавр

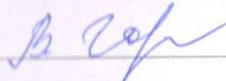
Форма обучения
очная

Томск – 2019

ОДОБРЕНО кафедрой гидрологии
Протокол № 83 от «21» июня 2019 г.

Зав. кафедрой, профессор  В.А. Земцов

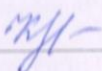
ОДОБРЕНО кафедрой метеорологии и климатологии
Протокол № 119 от «19» июня 2019 г.

Зав. кафедрой, профессор  В.П. Горбатенко

РЕКОМЕНДОВАНО методической комиссией
геолого-географического факультета

Протокол № 2 от «28» июня 2019 г.

Председатель комиссии по направлению «Гидрометеорология», доцент

 И.В. Кужевская

Рабочая программа Государственной итоговой аттестации (ГИА) является авторской и составлена на основе требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки **05.03.04 – ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ**, квалификация «**бакалавр**» (приказ Минобрнауки России № 953 от 07.08.2014 г.), профессионального стандарта № 73н от 12.02.2018 г. «Специалист по оказанию космических услуг на основе использования данных дистанционного зондирования Земли».

Общий объем ГИА: 9 зачетных единиц, 324 часа.

Государственный экзамен (ГЭ) – 3 зачетные единицы, 108 часов. Из них контактная работа 18 часов, самостоятельная работа студентов – 54 часа, 36 часов – контроль

Государственный экзамен в восьмом семестре.

Выпускная квалификационная работа (ВКР) – 6 зачетных единиц, 216 часов. Из них контактная работа 2 часов, самостоятельная работа студентов – 178 часов, 36 часов – контроль.

Защита ВКР в восьмом семестре.

Авторы:

Вершинин Д.А. – кандидат географических наук, доцент кафедры гидрологии Томского государственного университета

Кужевская И.В. – кандидат географических наук, доцент кафедры метеорологии и климатологии Томского государственного университета

Рецензент:

Севастьянов В.В. – доктор географических наук, профессор кафедры метеорологии и климатологии Томского государственного университета

ОГЛАВЛЕНИЕ

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПОНЯТИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	4
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	5
2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ	6
3. СТРУКТУРА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА	3
4. СОДЕРЖАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА	8
5. ВОПРОСЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА	36
6. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, РАЗРЕШЕННОЙ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ НА ГОСУДАРСТВЕННОМ ЭКЗАМЕНЕ	44
7. ТЕМАТИКА ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ	44
8. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ	48
8.1. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗА- МЕНА	50
8.2. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ ЗАЩИТЫ ВЫПУСКНОЙ КВА- ЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ	50
9. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ НА ГОСУДАР- СТВЕННОМ ЭКЗАМЕНЕ И НА ЗАЩИТЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИ- КАЦИОННОЙ РАБОТЫ	52
9.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ НА ГОСУДАР- СТВЕННОМ ЭКЗАМЕНЕ	52
9.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ НА ЗАЩИТЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ	52

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПОНЯТИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

Академическая задолженность – ненадлежащий результат прохождения обучающимся промежуточной аттестации по одной или нескольким учебным дисциплинам в случае: получения оценки «неудовлетворительно» или «не зачтено»; неявки на сдачу экзамена или зачета по дисциплине, защиту курсовой работы или отчета по практике по неуважительной причине; не ликвидации в установленные сроки программной разницы при переводе из другого вуза или при переводе с одной ООП на другую; не сдачи зачета или экзамена в установленные сроки при продлении сессии.

ВКР – выпускная квалификационная работа. Формами ВКР являются выпускная квалификационная работа бакалавра, дипломная работа (проект) специалиста, магистерская диссертация.

ГИА – государственная итоговая аттестация.

ГЭК – государственная экзаменационная комиссия.

НИ ТГУ, Университет – Национальный исследовательский Томский государственный университет.

ООП – основная образовательная программа / основная профессиональная образовательная программа.

Руководитель ООП (для программ бакалавриата, магистратуры, специалитета) – сотрудник Университета из числа научно-педагогических работников, отвечающий за проектирование, реализацию, эффективность отдельной ООП

ФГОС ВО – федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Государственная итоговая аттестация (ГИА) выпускников НИ ТГУ осуществляется после освоения ими основной образовательной программы (ООП) по направлению подготовки *05.03.04 Гидрометеорология* в полном объеме. Трудоемкость ГИА составляет 9 ЗЕ. На проведение ГИА, включая подготовку и защиту выпускной квалификационной работы, согласно календарному учебному графику, выделяется 6 недель.

1.2. Программа ГИА по направлению подготовки *05.03.04 Гидрометеорология* включает в себя защиту ВКР по одной из тем, отражающих актуальную проблематику деятельности в сфере гидрометеорологии, и государственный междисциплинарный экзамен, позволяющий выявить и оценить теоретическую подготовку к решению профессиональных задач, готовность к основным видам профессиональной деятельности.

1.3. ГИА устанавливает соответствие объема и качества сформированных студентом профессиональных компетенций требованиям, предъявляемым ФГОС ВО к профессиональной подготовленности выпускника по направлению подготовки *05.03.04 Гидрометеорология*. К ГИА допускаются лица, успешно освоившие ООП Метеорология в полном объеме и прошедшие все промежуточные аттестационные испытания, предусмотренные учебным планом.

1.4. ГИА осуществляется государственной экзаменационной комиссией (ГЭК), состав которой утверждается приказом ректора НИ ТГУ.

1.5. Программа ГИА ежегодно пересматривается и обновляется с учетом изменений нормативно-правовой базы. Изменения, внесенные в программу ГИА, рассматриваются на заседании учебно-методической комиссии геолого-географического факультета по направлению «Гидрометеорология» и утверждается руководителем ООП не позднее 6 месяцев до даты начала ГИА.

1.6. Программа ГИА входит в состав ООП Гидрология, ООП Метеорология, ООП Гидрометеорология по направлению подготовки *05.03.04 Гидрометеорология* и хранится в документах на выпускающей кафедре (кафедрах гидрологии и метеорологии и климатологии). Доступ к программе ГИА свободный.

1.7. Программа ГИА является компонентом ООП. Она раскрывает содержание, формы организации и критерии оценивания всех видов аттестационных испытаний, позволяющих продемонстрировать сформированность у обучающихся всей совокупности компетенций. В состав программы ГИА входят общие положения, цель и задачи ГИА, примерная тематика ВКР, требования к ВКР и порядку их выполнения, программа государственного экзамена, включая структуру, содержание, вопросы и перечень литературы, критерии защиты ВКР и оценки результатов сдачи государственного экзамена, порядок подачи и рассмотрения апелляций. Программа ГИА доводится до сведения обучающихся не позднее, чем за шесть месяцев до начала государственной итоговой аттестации.

1.7. Нормативные документы, регламентирующие проведение ГИА по направлению подготовки *05.03.04 Гидрометеорология*:

– Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ (в ред. от 02.03.2016);

– Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Порядок применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ, утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 (зарегистрирован Минюстом России 18.09.2017, регистрационный № 48226);

– Порядок проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утверждённый приказом Министерства образования и науки РФ от 29 июня 2015 г. № 636 (в редакции приказа Министерства образования и науки РФ от 9 февраля 2016 г. № 86);

– Положение о выпускной квалификационной работе бакалавра и специалиста в Национальном исследовательском Томском государственном университете утвержденное приказом ректора НИ ТГУ от 27.03.2019 № 315/ОД;

– Положение о порядке проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам бакалавриата, специалитета, магистратуры в НИ ТГУ, утвержденное приказом ректора НИ ТГУ от 02.04.2019 № 315/ОД;

– Федеральный государственный образовательный стандарт по направлению подготовки 05.03.04 Гидрометеорология высшего образования (уровень бакалавриата), утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 07 августа 2014 г. № 953;

– Профессиональный стандарт «Специалист по оказанию космических услуг на основе использования данных дистанционного зондирования Земли» от 12.02.2018 г. № 73н.

– ООП бакалавриата, реализуемые НИ ТГУ по направлению подготовки 05.03.04 *Гидрометеорология*, (профиль: Метеорология, профиль Гидрология)

– Устав ТГУ (утвержден приказом Министерства образования и науки РФ от 20.05.2014 № 564);

– Локальные нормативные акты НИ ТГУ.

2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1. Целью итоговой государственной аттестации является установление уровня развития и освоения выпускником профессиональных компетенций по направлению подготовки 05.03.04 *Гидрометеорология* и качества его подготовки к деятельности в области профессиональной деятельности – изменение климата, гидрометеорологические явления, охрану окружающей среды, изучение вод суши, океанов и морей:

– в органах Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды;

– в институтах Российской академии наук, связанных с изучением атмосферы, вод суши, океанов и морей;

– в органах управления природопользованием Министерства природных ресурсов РФ, Министерства сельского хозяйства РФ и других природоохранных ведомствах и учреждениях, а также экологических служб, отраслей, ведомств и местных органов власти;

– в органах власти и управления субъектов РФ, муниципальных образований;

– в организациях, учреждениях и предприятиях, связанных с эксплуатацией водных и рыбных ресурсов, добычей и транспортировкой минеральных ресурсов в водных объектах, прогнозом погоды и изменением климата;

– в проектных, изыскательских, научно-исследовательских институтах, фирмах, обсерваториях и др.

2.2. К задачам государственной итоговой аттестации относятся:

– оценка способности и умения выпускников, опираясь на полученные знания, умения и сформированные навыки, самостоятельно решать на современном уровне задачи своей профессиональной деятельности, профессионально излагать специальную информацию, научно аргументировать и защищать свою точку зрения;

– решение вопроса о присвоении степени «Бакалавр» по результатам ГИА и выдаче выпускнику соответствующего диплома о высшем образовании;

– разработка рекомендаций по совершенствованию подготовки выпускников на основании результатов работы государственной экзаменационной комиссии (ГЭК).

3. СТРУКТУРА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

Государственный экзамен включает ключевые и практически значимые вопросы по обязательным дисциплинам базовой и вариативной части учебного плана. Государственный экзамен по ООП «Гидрология», ООП «Метеорология», ООП «Гидрометеорология» проводится в форме проведения государственного экзамена по билетам.

Дисциплины базовой части:

Профиль «Гидрология»

1. Гидрология суши.

2. Методы статистической обработки и анализа гидрометеорологических наблюдений

Профиль «Метеорология»

1. Метеорология

2. Климатология

Дисциплины вариативной части:

Профиль «Гидрология»

1. Гидрология рек

2. Гидрометрия и техника безопасности

3. Общая и речная гидравлика

4. Гидрометеорологические основы охраны окружающей среды
5. Гидрологические прогнозы
6. Речной сток и гидрологические расчеты
7. Динамика потоков и русловые процессы
8. Численные методы в гидрологии
9. Гидротехника

Профиль «Метеорология»

1. Физическая метеорология
2. Методы и средства метеорологических измерений
3. Дистанционные методы измерений
4. Аэрология
5. Динамическая метеорология
6. Синоптическая метеорология

4. СОДЕРЖАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

4.1. Профиль «Гидрология»

1. Гидрология суши

Происхождение водных масс Земли. Понятие о гидросфере Земли. Объемная модель гидросферы.

Водотоки. Речной бассейн. Гидрографические характеристики реки и ее бассейна. Гидрографическая, русловая, речная сети, речная система. Речная долина, ее строение, поперечный и продольный профили

Водоемы замедленного водообмена. Типы озерных котловин, их строение и морфологические характеристики. Пруды и водохранилища. Основные отличия искусственных водоемов от рек и озер.

Условия заболачивания. Разновидность болот и пути их развития. Торф и его физические и водные свойства.

Почвенный монолит. Физические свойства грунтов. Содержание воды в порах грунтов. Водные свойства почво-грунтов.

Условия оледенения и существования ледников. Строение ледника.

Гидрологический режим, гидрологический процесс и их характеристики.

Наука о природных водах. Предмет, задачи, методы, связь с другими дисциплинами.

Фундаментальные законы физики. Методы водного, теплового балансов, баланс растворенных и взвешенных веществ водных объектов.

Механизм движения воды в природе. Основные свойства воды в природе: физические, химические, тепловые, оптико-акустические характеристики.

Кругооборот воды в природе и его разновидности. Происхождение, разновидности атмосферных осадков; характеристики дождя, формирование и разрушение сезонного снежного покрова. Методы измерения осадков над континентами. Распределение выпавших атмосферных осадков на суше.

Испарение в природе. Механизм формирования процесса испарения с поверхности суши. Методы измерения и расчета. Особенности распределения суммарного ис-

парения на суше. Испаряемость и увлажнение поверхности суши; методы их оценки и межширотная изменчивость.

Понятие общего, поверхностного и подземного стока. Стокообразующие факторы. Основные характеристики стока и их картирование

Изменение водности рек в пространстве и по времени (вековые, многолетние, сезонные, суточные и кратковременные).

Фазы водного режима водотоков (половодье, межень, паводки). Уровненный режим искусственных и естественных водоемов. Водный режим зон аэрации и насыщения минеральных и органических почво-грунтов. Особенности водности снежно-фирново-ледяной толщи ледников.

Термический режим водных объектов суши. Процесс теплообмена водной массы с окружающей средой как основа временной и пространственной изменчивости температуры воды. Суточные и сезонные колебания температур вод объектов суши.

Ледовый режим водных объектов суши. Механизм кристаллизации природной воды. Особенности фазы замерзания, ледостава, вскрытия водотоков и водоемов. Процесс промерзания минеральных и органических грунтов.

Гидрохимия природных вод. Основные черты гидрохимического режима водотоков, водоемов, подземных вод минеральных и органических почвогрунтов.

Донные отложения водотоков и водоемов. Процесс образования и поступления твердых органических и минеральных частиц в русла рек и котловины озер и водохранилищ. Речные наносы: взвешенные и влекомые.

Русловые процессы и их типизация. Сапропели, гуминовые и озерные илы как донные отложения естественных водоемов. Особенности донных отложений водохранилищ. Гидробиологические ресурсы водной оболочки Земли. Понятие экосистемы и ее гидробиологические характеристики. Водотоки – среда обитания водных организмов. Органическая жизнь озер и водохранилищ.

2. Методы статистической обработки и анализа гидрометеорологических наблюдений

Гидрометеорологическая информация. Место статистической обработки и анализа в современной гидрометеорологии. Вероятностный характер гидрометеорологических процессов как их объективное свойство, не связанное со степенью изученности.

Общая характеристика гидрометеорологической информации: система сбора данных, их точность, режимная и оперативная информация, организация хранения информации, временные ряды гидрометеорологических характеристик.

Основные сведения из теории вероятностей. Вероятность случайных событий. Дискретные и непрерывные случайные величины. Функция распределения вероятностей и плотность распределения вероятностей случайной величины. Обеспеченность.

Числовые характеристики случайных величин. Свойства математического ожидания и дисперсии случайной величины. Моменты распределений. Стандартные преобразования случайной величины. Квантили распределения. Графическое представление функций распределения.

Функции распределения вероятностей, применяемые в гидрометеорологии. Требования к законам распределения, применяемым в гидрометеорологии. Закон

равномерной плотности, биномиальное распределение, распределение Пуассона, нормальное распределение (кривая Гаусса), логарифмически нормальное распределение, распределение Пирсона III типа (непрерывное биномиальное распределение), распределение Крицкого-Менкеля (трехпараметрическое гамма-распределение), кривая Бровковича, распределение Гумбеля. Критерии, позволяющие выбрать функцию распределения для решения конкретной задачи.

Построение кривых обеспеченности и оценка параметров распределения по эмпирическим данным. Формулы определения эмпирической обеспеченности. Клетчатки вероятностей.

Оценка числовых характеристик (параметров) распределения гидрометеорологических величин. Параметры генеральной совокупности и их выборочные оценки. Требования к выборочным оценкам параметров.

Методы оценки параметров: методы моментов, наибольшего правдоподобия, графо-аналитический, графический. Сущность, достоинства и недостатки этих методов. Точность оценки параметров. Применение метода статистических испытаний для оценки смещенности и случайного рассеивания выборочных параметров. Робастные оценки.

Подбор аналитической функции распределения к эмпирическим данным. Требования к исходному ряду наблюдений и расчет квантилей гидрометеорологической величины, имеющих заданную вероятность превышения (обеспеченность). Точность определения квантилей. Учет выдающихся значений гидрометеорологической величины.

Сущность интервального оценивания параметров распределения. Интервальная оценка математического ожидания и дисперсии случайной величины.

Проверка статистических гипотез и оценка однородности гидрометеорологической информации. Постановка задачи. Виды статистических гипотез. Нулевая гипотеза, уровень значимости и доверительная вероятность. Критерий значимости, область допустимых значений критерия и критическая область. Мощность критерия.

Параметрические и непараметрические критерии. Критерии Стьюдента и Фишера. Ранговые критерии. Критерии согласия (Колмогорова, χ^2 Пирсона, $\rho\omega^2$. Крамера-Мизеса-Смирнова). Критерии случайности.

Процедура проверки статистических гипотез.

Оценка однородности гидрометеорологических рядов. Возможные причины нарушения однородности. Способы и результаты генетического анализа однородности. Статистический анализ однородности. Случаи фазовой неоднородности рядов. Построение кривых обеспеченности и расчет квантилей заданной обеспеченности по неоднородным выборкам.

Вопросы элементарной статистики.

Робастное оценивание. Оценка засоренности выборки. Источники гидрометеорологической информации. Центры хранения данных.

Корреляционно-регрессионный анализ. Коэффициент корреляции Пирсона. Непараметрические коэффициенты корреляции. Модель регрессии.

Временные ряды. Анализ временных рядов в виде последовательности значений случайной величины и в виде реализации случайного процесса. Основные понятия теории случайных функций. Циклическая структура многолетней изменчивости гид-

рометеорологических характеристик и ее возможные объяснения. Методы анализа многолетних колебаний (цикличность, тренды). Автокорреляционные функции. Спектральный анализ. Сглаживание и фильтрация. Методы сглаживания.

Кластерный анализ. Метрики. Иерархические и итеративные методы классификации. Функционалы качества классификации.

3. Гидрология рек

Реки как основной элемент географического ландшафта. Водотоки и их распространение на Земном шаре. Гидрология рек: предмет, задачи и связь с другими науками.

Реки и речной водосбор. Водотоки и их разновидности и морфология. Долина и русло реки. Поперечный и продольный профили. Формирование, классификация и районирование устьев рек. Водосбор и бассейны реки. Структура речного бассейна: гидрографическая, русловая, речная сети, речная система. Физико-географические (рельеф, геология, гидрогеология, почвенный и растительный покров, озёрность, заболоченность, наличие ледников), климатические (температура, влажность воздуха и почвы, атмосферные осадки, формы циркуляции) и гидрографические (длина, ширина, площадь и т.д.) показатели речного бассейна.

Водный режим рек. Источники питания рек: дождевое, снеговое, ледниковое и подземное. Метод генетического расчленения гидрографа стока, как способ количественной оценки источников питания. Временная изменчивость водности рек: вековая, многолетняя, сезонная, суточная, кратковременная. Распределение масс воды в русле водотока по длине, ширине, глубине. Половодье, паводки, межень – фазы водного режима за год. Классификации рек по фазам водного режима Б.Д. Зайкова, П.С. Кузьмина и источникам питания М.И. Львовича.

Норма и колебания годового стока. Понятие нормы речного стока и факторы её определяющие. Распределение нормы годового стока по территории. Цикличность водности рек.

Водный баланс речного бассейна. Уравнение водного баланса участка и бассейна реки. Структура водного баланса.

Движение воды в руслах рек. Турбулентный режим движения воды в руслах рек. Распределение осредненных скоростей по глубине и живому сечению русла. Баланс сил и продольное равновесие речного потока. Формула Шези. Связь расходов и уровней воды. Движение паводочной волны.

Речные наносы. Происхождение, характеристики и классификация речных наносов. Движение взвешенных и влекомых наносов. Формирование стока наносов. Транспортирующая способность водного потока. Основные характеристики твердого стока: расход, объем. Модуль.

Турбулентный режим движения воды в руслах рек. Распределение осредненных скоростей по глубине и живому сечению русла. Баланс сил и продольное равновесие речного потока. Формула Шези. Связь расходов и уровней воды. Движение паводочной волны.

Русловые процессы. Физическая основа и типизация русловых процессов. Микро-мезо-макроформы русла реки.

Деформация русла реки. Характер и направленность деформации продольного профиля реки. Общий базис эрозии. Особенности русловой деформации на реках с крупными гидроузлами.

Термика вод рек. Теплообмен водных масс реки с окружающей средой. Тепловой баланс участка реки. Суточные и сезонные колебания температуры воды в реках в условиях умеренного климата. Распределение температуры воды по длине реки, текущих в разных направлениях. Тепловой сток рек.

Ледовый режим рек. Фаза замерзания. Процесс кристаллизации воды. Ледовые формы: сало, забереги, внутриводный донный лед. Зажоры. Период ледостава. Прирост толщи льда. Вскрытие рек. Механизм разрушения сплошного ледового покрова и формирования заторов. Ледовые явления на реках России.

Солевой сток рек. Факторы формирования солености речной воды. Основные ионы в составе водных масс реки. Ионный сток рек России.

Основные особенности речного стока материков. Географические особенности формирования гидрологического цикла Азии, Европы, Африки, Северной и Южной Америки, Австралии. Региональные особенности речного стока отдельных материков.

Использование рек в народнохозяйственных целях. Виды хозяйственных мероприятий, связанных с использованием речного стока: судоходство, разведение рыб, вырубка леса, осушение болот и заболоченных земель, урбанизация территории (водопользование). Водопотребление обуславливается изъятием, территориальным перераспределением, регулированием речного стока: орошение, промышленное, коммунальное водоснабжение, водохранилища и пруды).

Гидролого-экологические последствия антропогенного воздействия на речной сток. Неблагоприятные последствия: сокращение или полное прекращение выхода воды на поймы рек; сокращение стока в низовьях и устьях рек, отмирание водотоков в дельтах, загрязнение рек сточными водами.

4. Гидрометрия и техника безопасности

Введение. Предмет гидрометрии. Практическое и научное значение этой отрасли гидрологии. Связь гидрометрии со смежными дисциплинами. История и современное состояние гидрометрии. Структура Роскомгидромета, ее наблюдательной сети. Классификация гидрологических постов по назначению и программе наблюдений, их разряды.

Наблюдения за уровнями воды и ледотермическим режимом рек. Понятие о водном и ледотермическом режиме рек. Цель наблюдений и использование информации об уровнях, ледовых явлениях и термике водных объектов.

Принципы устройства гидрологических постов. Системы отметок и отсчетов. Реперы и уровнемерные устройства. Основные типы гидрологических постов по устройству. Уклонные посты. Требования к участку реки и выбор местоположения гидрологических постов в различных условиях. Рекогносцировочное обследование и съемка участка гидрологического поста. Открытие, содержание, ремонт и перенос гидрологических постов.

Измерение уровней воды и наблюдения за продольными уклонами водной поверхности. Регистрация максимальных уровней воды. Автоматизация наблюдений.

Самописцы уровня воды, типы самопишущих установок. Дистанционные способы наблюдений за уровнями воды. Точность уровенных наблюдений.

Наблюдения за температурой воды в водотоках и их точность. Поправки в показаниях термометров. Виды ледовых явлений. Состав стандартных и специальных наблюдений за ледовой обстановкой. Визуальные наблюдения за ледовой обстановкой. Измерение толщины льда и подледной шуги. Точность ледемерных наблюдений. Ледемерные съемки. Аэрокосмические методы наблюдений за снегом и ледовой обстановкой.

Промеры глубин и русловые съемки водотоков. Понятие о морфологии речных долин и деформациях русла и поймы. Сущность, задачи и состав промерных работ. Приборы и оборудование для производства промеров, пределы их применения и точность измерений. Способы определения плановых координат промерных вертикалей. Гидроакустические и радиометрические методы производства промеров. Эхолоты. Русловые съемки, в том числе по меткам высоких вод. Обработка материалов промерных работ и русловых съемок. Приведение промеров к расчетному уровню. Составление поперечных и продольных профилей и планов русла в изобатах и горизонталях, подсчет элементов поперечного сечения. Определение морфометрических характеристик русла в створе. Оценка точности определения площади водного сечения и оптимизация количества промерных вертикалей в створе.

Измерение скоростей и направлений течения в русловых потоках.

Основные сведения о движении воды в русле водотоков. Процесс торможения потока руслом, формирование поля скоростей и механизм сопротивления в различных условиях протекания. Турбулентность потока и пульсация местных продольных скоростей. Понятие эпюры скорости, проведение изотак.

Приборы для измерения величины скорости течения воды и их классификация. Гидрометрические вертушки. Исторические сведения о них. Основы теории и метрологические характеристики гидрометрических вертушек. Основные типы вертушек. Способы измерения течения воды вертушкой и их точность. Вычисление и оценка точности определения средней скорости на вертикали. Гидрометрические поплавки. Приборы, основанные на физических эффектах текущей воды. Приборы, основанные на гидродинамическом взаимодействии с потоком. Измерение скорости течения аэрометодами. Приборы для определения направлений течения.

Измерение и вычисление расхода воды методом скорость-площадь. Понятие о расходе воды. Классификация методов измерения расходов воды. Метод скорость – площадь, его модели и разновидности. Состав и организация работ по определению расходов воды методом скорость – площадь. Определение плановых координат скоростных вертикалей. Многоточечный, основной, ускоренный, сокращенный и интегральный способы измерения расхода воды вертушкой.

Специальные методы измерения расхода воды. Измерение расхода воды путем применения поверхностных и глубинных поплавков. Ультразвуковые установки для определения расхода воды. Вычисление аналитическим и графическим способами расходов воды по данным о промерах и скоростях течения, измеренных вертушкой и поплавками. Применение акустических приборов и аэрометодов. Измерение расходов воды объемным способом. Вычисление аналитическим и графическим способами расходов воды по данным о промерах и скоростях, измеренных различными спо-

собами. Оценка точности измерения и вычисления расходов воды. Оптимизация измерений в различных условиях.

Методы наблюдений за стоком и крупностью наносов. Общие сведения о речных наносах. Состав наносов и формы их движения. Деление наносов на взвешенные и влекомые (донные). Приборы для взятия проб взвешенных наносов. Определение расхода взвешенных наносов точечным и интеграционным способами. Обработка расходов взвешенных наносов аналитическим и графическим способами. Точность определения мутности и расходов взвешенных наносов. Приборы для наблюдения за влекомыми наносами. Измерение и обработка расхода влекомых наносов. Особенности определения расхода влекомых наносов при донно-грядовом режиме и наличие в русле водотока плотины.

Определение состава донных отложений. Приборы для отбора проб. Первичная и лабораторная обработка проб взвешенных и влекомых наносов, а также донных отложений. Точность сведений о наносах и донных отложениях.

Учет стока воды и наносов. Методические основы учета стока воды. Связь расходов и уровней воды $Q = f(H)$ как основа для учета стока воды. Вспомогательные зависимости к кривой расхода $Q = f(H)$. Понятие однозначной и неоднозначной зависимости между расходом и уровнем воды. Учет стока при неустойчивых руслах. Временные зависимости $Q = f(H)$, характерные для конкретной фазы водного режима. Введение в расчет календарных поправок. Учет стока при переменном подпоре. Использование данных об уклонах водной поверхности. Учет стока при ярко выраженном неустановившемся движении воды. Учет стока при наличии льда и водной растительности. Особенности схем учета стока в переходные фазы режима: весеннее вскрытие, предледоставный период, заторно-зажорные явления. Определение максимальных значений водности по меткам уровней высоких вод.

Экстраполяция зависимостей $Q = f(H)$ в условиях беспойменных створов. Экстраполяция кривых расходов в условиях пойменных створов. Взаимодействие руслового и пойменного потоков. Экстраполяция кривой расходов $Q = f(H)$ до заданных минимальных уровней. Теория экстраполяции.

Учет стока наносов. Методика подсчета стока взвешенных наносов по данным об единичных пробах воды на мутность, а также по связи между расходами воды и наносов. Подсчет стока влекомых наносов.

Оценка точности учета стока воды и наносов. Использование комплексного графика гидрометеорологических элементов для контроля адекватности методики подсчета. Гидрологический анализ полученных данных о стоке, увязка их с данными по смежным пунктам. Принципы объективного контроля достоверности гидрометрических данных.

Наблюдения за гидрохимическим режимом рек. Понятие мониторинга качества поверхностных вод. Цель и задачи наблюдений. Выбор пунктов наблюдений, оборудование и приборы. Методика производства наблюдений. Расход растворенных веществ.

Учет стока на гидроузлах. Задачи, значение и особенности гидрометрических работ на зарегулированных реках. Особенности учета стока воды на малых и больших ГЭС. Определение расхода воды через турбины, в том числе по энергетическим характеристикам. Градуировка турбин и отверстий. Методы, приборы и приспособ-

ления, применяемые при градуировке. Определение расходов воды через водосливные и водопропускные отверстия плотин, а также на самотечных речных водозаборах. Учет влияния маневрирования затворами на пропускную способность отверстий. Определение расходов воды на шлюзование, на пропуск через рыбоходы, шугосбросы и другие отверстия. Учет стока воды на машинных водозаборах (насосные станции). Расходомеры гидравлического типа. Индукционные и парциальные расходомеры. Точность учета стока на гидроузлах.

Государственный учет вод и водный кадастр. Понятие об учете вод и их использовании по количественным и качественным показателям. Сбор, обработка и контроль информации для опубликования в «Ежегодных данных о режиме и ресурсах поверхностных вод суши». Машинные способы обработки данных и хранение информации на технических носителях.

Техника безопасности при гидрометрических работах. Правила движения моторных и гребных лодок на судоходных и несудоходных реках, неизученных реках. Знаки судоходной обстановки. Судовые сигнальные огни, звуковые сигналы. Правила техники безопасности при береговых гидрологических наблюдениях. Правила работы с гидрометрических мостиков и лодок. Необходимое оборудование для оказания помощи на воде, а также при плавании на моторных судах. Правила техники безопасности при гидрометрических наблюдениях с лодок и понтонов при наличии перетянутых через реку тросов, а также со свободно перемещающихся лодок, катеров, понтонов. Особенности работы с лодок, катеров, понтонов на якорю. Правила техники безопасности при тарировке гидроэлектростанций и гидроузлов. Работа на гидрометрических дистанционных установках. Правила техники безопасности при производстве снегомерных съемок. Правила техники безопасности при работе во время ледохода, в районе заторов, зажоров, в период ледостава. Правила обследования прочности льда. Оказание первой помощи провалившемуся под лед. Спасательные средства при авариях на воде и пользование ими. Приемы и правила спасения утопающих. Оказание первой помощи пострадавшим на воде.

5. Общая и речная гидравлика

Основные физические свойства жидкости, имеющие значение при изучении гидравлики. Силы, действующие в жидкости. Понятие идеальной жидкости. Закон неразрывности и закон вязкости.

Гидростатика. Гидростатическое давление и его свойства. Дифференциальные уравнения равновесия покоящейся жидкости и их интегрирование. Основное уравнение гидростатики. Избыточное гидростатическое давление. Закон Паскаля. Приборы для измерения гидростатического давления. Пьезометрическая высота и ее смысл. Вакуум. Напор. Сила и центр гидростатического давления на плоские поверхности. Эпюра давления. Сила гидростатического давления на криволинейную поверхность. Простейшие гидравлические машины. Плавание тел. Закон Архимеда. Условия плавучести и равновесия плавающих тел. Остойчивость. Метациентр.

Движение жидкости. Основные понятия и определения: траектория, линия тока, элементарная струйка, средняя скорость, живое сечение, расход, гидравлический радиус, смоченный периметр, уклон.

Классификация типов движения: напорное и безнапорное, установившееся и неустановившееся, равномерное и неравномерное.

Ламинарный и турбулентный режимы движения. Понятие о пограничном слое. Критическая скорость. Опыт Рейнольдса. Число Рейнольдса. Примеры ламинарного и турбулентного режимов, встречающиеся на практике. Пульсация и осредненная скорость в потоке. Распределение скоростей в ламинарном и турбулентном потоках.

Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной и реальной жидкостей при установившемся движении. Геометрическая и энергетическая интерпретация уравнения Бернулли. Коэффициент неравномерности распределения скоростей. Уравнение Бернулли для потока конечных размеров.

Условия применимости уравнения Бернулли. Возможности его применения к случаям не плавно изменяющегося движения и, в частности, к потокам, протекающим через гидротехнические сооружения. Учет влияния кривизны струек.

Истечение из отверстий и насадков. Общие понятия и определения. Истечение из малого отверстия в тонкой стенке при постоянном напоре. Истечение под уровень. Траектория струи. Инверсия струи. Истечение через большие отверстия. Истечение из-под щита. Истечение из насадков. Виды насадков и их гидравлические характеристики. Истечение из отверстий при переменном напоре для призматического и непризматического резервуаров. Расчет времени опорожнения водохранилищ.

Напорное движение жидкости в трубах. Потери напора при движении в трубах. Основное уравнение равномерного движения жидкости. Определение потери напора по длине при ламинарном и турбулентном режимах движения жидкости. Зависимость сопротивления от шероховатости и числа Рейнольдса. Графики Никурадзе и Зегжда. Определение величины напора при местных сопротивлениях (резкое расширение, сужение, поворот и др.). Принцип наложения потерь энергии. Коэффициент сопротивления системы трубопроводов. Последовательное и параллельное соединение труб. Понятие о коротком и длинном, простом и сложном трубопроводе. Расчет простого короткого трубопровода с постоянным диаметром, сифона и дюкера. Расчет простого длинного трубопровода. Расчет сложного незамкнутого трубопровода. Особенности расчета сложного замкнутого трубопровода.

Равномерное движение жидкости в открытых руслах. Основное уравнение равномерного движения в открытых руслах. Формулы Шези и Дарси-Вейсбаха. Важнейшие эмпирические формулы для определения коэффициента C (Манинга, Базена, Павловского, Агроскина и др.) Анализ формул. Коэффициент шероховатости и способы его определения. Скоростная и расходная характеристика потока. Форма поперечного сечения русла и его гидравлические элементы. Гидравлически наиболее выгодное поперечное сечение канала. Основные типы задач при гидравлическом расчете каналов. Применение уравнения равномерного движения к естественным руслам.

Неравномерное плавно изменяющееся движение воды в открытых руслах. Удельная энергии сечения, ее зависимость от глубины потока. Параметр кинетичности. Состояние потока: спокойное, бурное, критическое. Число Фруда для потока в спокойном, бурном и критическом состоянии. Определение критической глубины для потоков произвольного поперечного сечения и прямоугольного сечения. Крити-

ческий уклон. Определение гидравлических элементов потока в критическом состоянии.

Общая характеристика неравномерного плавно изменяющегося движения воды, примеры. Основное дифференциальное уравнение неравномерного плавно изменяющегося движения воды, методы его интегрирования (Н.Н. Павловского, Б.А. Бахметьева и др.). Анализ форм свободной поверхности потока при неравномерном движении воды в призматических руслах. Кривые подпора и спада, "нормальная" глубина. Уравнение неравномерного движения в конечных разностях. Расчет кривых свободной поверхности на основе уравнения в конечных разностях.

Неравномерное движение воды в реках. Общие сведения. Разбивка реки на расчетные участки. Дифференциальное уравнение неравномерного движения для условий естественных водотоков, его интегрирование. Общий прием расчета и построения кривых свободной поверхности в реках. Модуль сопротивления. Постулат инвариантности модуля сопротивления. Расчет кривых свободной поверхности на основе постулата инвариантности модуля сопротивления. Способы А.Н. Рахманова, Н.Н. Павловского, Н.М. Бернадского. Другие способы расчета. Построение кривых свободной поверхности при делении потока на рукава. Учет затопления поймы и деления потока на рукава. Примеры гидравлических расчетов неравномерного движения воды в реках. Расчет неравномерного движения в потоках, покрытых льдом.

Гидравлический прыжок и сопряжение бьефов. Гидравлический прыжок. Условия возникновения прыжка. Структура потока в прыжке. Виды прыжка: совершенный, несовершенный, прыжок-волна. Основное уравнение гидравлического прыжка. Коэффициент Буссинеска. Прыжковая функция. Анализ зависимости прыжковой функции от глубины потока. Сопряженные глубины. Потеря энергии в прыжке. Длина прыжка. Послепрыжковый участок потока.

Типы сопряжения бьефов. Практическое значение затопления прыжка. Вычисление элементов прыжка и длины его отгона. Методы гашения энергии в нижнем бьефе. Расчет водобойных колодцев и стенок. Перепады. Расчет колодезных и бесколодезных многоступенчатых перепадов. Сопряжение бьефов короткими каналами.

Водосливы и движение потока через сооружения. Определение водослива. Терминология и классификация водосливов. Форма и траектория сливной струи. Основная расчетная формула для водосливов.

Водосливы с тонкой стенкой. Расчетные формулы, условия затопления. Учет бокового сжатия и скорости подхода. Водосливы практических профилей. Вакуумные и безвакуумные водосливы. Водосливы с широким порогом. Расчетная формула водослива, условия затопления водослива с широким порогом. Расчет отверстий плотин, мостов и безнапорных труб. Гидрометрические лотки.

Неустановившееся движение жидкости в открытых руслах. Понятие о неустановившемся движении жидкости. Классификация волн на водотоках. Элементы волн. Трансформация волн при медленно изменяющемся движении воды.

Основное уравнение неустановившегося движения жидкости в открытых потоках. Уравнение неразрывности. Уравнение динамического равновесия. Уравнения Сен-Венана.

Основные сведения о методах расчета неустановившегося движения воды. Решение уравнений Сен-Венана методом характеристик. Скорость распространения

фронта и гребня волны. Методы сеток. Способы аппроксимации производных. Явные и неявные схемы. Устойчивость и сходимость численной схемы. Условия Куранга и Годунова. Некоторые явные и неявные схемы. Метод мгновенных режимов, линейные методы, метод Института гидродинамики и др. Методы основанные на уравнениях Сен-Венана. Основы метода Калинина-Милокова. Метод Маскингам. Методы, основанные на интеграле Дюамеля.

Особенности расчет неустановившегося движения воды в зимних условиях и на реках с поймой. Особенности движения паводочных волн. Волны, возникающие при прорыве плотины.

Движение потока с переменным расходом. Общие указания. Уравнения движения потока жидкости с переменным расходом. Движение жидкости с переменным расходом в трубах постоянного диаметра. Дифференциальное уравнение движения с переменным расходом в открытом непризматическом русле. Формы свободной поверхности в открытом русле при движении жидкости с переменным расходом. Интегрирование уравнения с переменным расходом и переменной глубиной.

Гидравлика бифуркационных и устьевых участков рек. Деление потоков на рукава, потери напора при делении потоков, оптимальный угол отвода и свободная поверхность в местах деления потока. Соединение потоков. Особенности движения потока в устьях рек, влияние приливов и отливов.

Основы теории подобия. Физическое и математическое моделирование. Моделирование гидравлических явлений. Условия подобия: геометрические, кинематические, динамические. Моделирование по критериям подобия. Критерии Фруда и Рейнольдса. Масштабные множители. Моделирование при одновременном действии сил тяжести и трения. Автомодельная область по числу Рейнольдса. Расчет масштаба модели. Масштабные серии. Пересчет данных модельных исследований на натуру.

6. Гидрометеорологические основы охраны окружающей среды

Гидрометеорологические проблемы охраны окружающей среды. Классификация природоохранных гидрологических проблем. Роль гидрометеорологии, гидрологов в их исследовании и решении.

Водные ресурсы и их использование. Основные определения. Неравномерность распределения водных ресурсов в пространстве и во времени. Использование водных ресурсов. Масштабы антропогенного влияния на водные ресурсы и гидрологический режим водных объектов.

Влияние хозяйственной деятельности на водные объекты. Виды антропогенных воздействий на водные ресурсы: 1) изменения климата, 2) загрязнение атмосферных осадков, 3) воздействия на водосборной площади, 4) воздействия на водных объектах для регулирования стока, водохранилища, 5) изменение гидрографической сети.

Антропогенные воздействия непосредственно на водных объектах. Их основные виды и последствия. Нормы водопотребления, водоотведения и требования отраслей хозяйства к качеству воды.

Антропогенные воздействия на водосборной площади. Преобразование водного баланса речных бассейнов.

Антропогенные воздействия в гидрографической сети. Регулирование стока. Водоохранилища. Переброски речного стока.

Негативные последствия основных видов антропогенных воздействий. Изменение гидрологического режима и качества вод в водных объектах. Истощение водных ресурсов. Засорение и загрязнение вод, его масштабы и последствия.

Использование подземных вод и его влияние на поверхностные воды. Основные техногенные процессы, изменяющие ресурсы подземных вод.

Качество вод и загрязнение водных объектов. Определения качества и загрязнения вод в водных объектах. Виды загрязнения вод: физическое, химическое, биологическое. Роль разных отраслей хозяйства и населения в загрязнении поверхностных и подземных вод. Основные источники и пути поступления загрязняющих веществ в водные объекты. Загрязняющие вещества: тяжелые металлы, нефть и нефтепродукты, пестициды, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), радиоактивные вещества и др. Их природа, источники поступления в поверхностные и подземные воды, токсичность, характер воздействия на здоровье человека и водные экосистемы. Антропогенное эвтрофирование водоемов.

Методы оценки качества вод. Физические, химические и биологические показатели качества. Косвенные показатели содержания органических веществ в воде: БПК, ХПК и их соотношение. Биологически «мягкие» и «жесткие» органические примеси. Индексы загрязненности воды. Система интегральных показателей оценки качества воды и загрязненности рек и водоемов, разработанная в ГГИ.

Нормирование качества вод. Система гигиенического нормирования качества вод. Система рыбохозяйственного нормирования. Показатели вредности загрязняющих веществ, лимитирующий показатель вредности. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ и нормирование комплекса веществ с одинаковым лимитирующим показателем вредности. Предельно допустимые (ПДС) и временно согласованные (ВСС) сбросы. Предельно допустимые воздействия на окружающую среду. Предельно допустимые нагрузки. Предельно допустимые воздействия на водные объекты. Достоинства и недостатки нормативной базы.

Прогнозирование качества вод. Оценка поступления загрязняющих веществ от населения и предприятий разных отраслей хозяйства при планировании использования и охраны водных ресурсов.

Факторы, определяющие разбавление сточных вод и перенос загрязняющих веществ в водотоках и водоемах. Задачи расчета разбавления и перемешивания сточных вод в водных объектах. Расчет разбавления и перемешивания в стационарных условиях методом А.В. Караушева (плоская задача), комбинированным методом и упрощенными методами (экспресс-метод ГГИ, метод ВОДГЕО).

Трансформация загрязняющих веществ и процессы самоочищения в водных экосистемах. Учет самоочищения при расчетах разбавления и перемешивания сточных вод в водных объектах.

Охрана водных объектов от загрязнения и истощения. Основные способы контроля сосредоточенных (точечных) источников загрязнения.

Контроль загрязнения вод из рассредоточенных источников: водоохранные зоны и прибрежные защитные полосы водных объектов.

Предельно допустимые воздействия: допустимое изъятие стока, минимально допустимые расходы воды в реках, понятие экологического стока.

Основы водного законодательства РФ и принципы управления водными ресурсами.

Государственный учет вод и водный кадастр. Мониторинг поверхностных и подземных вод, экзогенных геологических процессов (заболачивание, русловые деформации).

Охрана Мирового океана

Основные загрязняющие вещества, их трансформация в море и влияние на физико-химические свойства морской воды и биологическую продуктивность экосистем. Расчеты переноса пассивных субстанций в океане. Мониторинг загрязнения морей и океанов.

7. Гидрологические прогнозы

Предмет и задачи курса. Значение прогнозов водного и ледового режима как основы оптимального управления водохозяйственными системами и как средства предотвращения или смягчения ущерба, наносимого стихийными бедствиями. Связь курса с другими дисциплинами. Гидрологические прогнозы и информация; их развитие в России и других странах.

Общие сведения о гидрологических прогнозах и информации. Гидрологические прогнозы. Определения. Физические основы гидрологических прогнозов. Классификации прогнозов. Форма выпуска прогнозов. Погрешности и оправдываемость прогнозов. Оценка эффективности методик. Роль ЭВМ при составлении прогнозов элементов режима водных объектов.

Гидрологические информации. Содержание, задачи и формы гидрологических информации. Требования, предъявляемые разными отраслями народного хозяйства к гидрологическим информации. Информационная сеть станций и постов. Порядок поступления сведений и обработка данных информационной сети. Фонд научно-оперативных материалов по гидрологическим прогнозам.

Прогнозы водного режима рек, основанные на закономерностях движения водного потока. Неустановившееся движение воды в реках. Теория движения паводочной волны в русле. Общие сведения о математических моделях и методах расчета неустановившегося движения воды в руслах.

Метод соответственных уровней. Уравнение соответственных расходов как основа метода. Соответственные уровни и расходы воды. Прогнозы уровней (расходов) на бесприточном участке. Время добегания и способы его определения. Скорость движения паводка и средняя скорость течения реки. Факторы и прогноз времени добегания на бесприточном участке. Построение связей соответственных уровней и способы их уточнения при переменном уклоне, неустойчивом русле и несинхронности боковой приточности. Прогнозы по соответственным уровням на приточном участке. Определение времени добегания и построение схемы изохрон добегания руслового стока. Способы построения связей соответственных расходов (уровней). Уточнение связей. Заблаговременность прогноза хода уровней (расходов) на бесприточном и приточном участках.

Гидрологические модели движения воды в речных руслах. Линейные модели трансформации речного стока: Маскингам, Г.П. Калинина - П.И. Милукова и

другие. Структура общего решения для моделей, описываемых линейными дифференциальными уравнениями. Применение преобразования Фурье-Лапласа. Модели, основанные на интеграле Дюамеля с аналитически заданной кривой трансформации.

Метод расчета трансформации паводков по кривым добегания (работы Р.А. Нежиховского, Д.А. Буракова и др.). Вероятностная трактовка русловых и бассейновых кривых добегания. Оценка моментов и аппроксимация кривых добегания на бесприточных и приточных участках рек с использованием вероятностных распределений. Вариация и асимметрия распределения времени добегания элементарных объемов воды для участков рек и речных систем. Использование ЭВМ при моделировании движения воды в речных руслах.

Прогнозы стока по данным о запасах воды в русловой сети и притоке воды в нее. Физические основы. Оценка русловых запасов воды на приточных и малоприточных участках реки и в речной сети бассейна по гидрометрическим данным и на основе морфологических закономерностей ее строения. Прогнозы стока по данным о распределении воды в русловой сети бассейна. Прогнозы по методу тенденций и по кривым спада паводков и половодий.

Прогнозы водности рек на основе построения физико-статистических зависимостей стока от его основных факторов. Долгосрочные прогнозы весеннего половодья равнинных рек. Физические основы прогноза элементов половодья. Уравнение водного баланса речного стока за весенний период. Особенности формирования стока в различных физико-географических зонах. Определение максимальных запасов воды в снеге и осадков периода половодья. Потери воды на инфильтрацию, поверхностное задержание и испарение. Факторы инфильтрации воды в мерзлую почву. Вычисление запаса воды в почве на начальные даты зимы и весеннего снеготаяния в разных частях бассейна.

Физико-статистические зависимости для определения объема весеннего стока. Емкостная и инфильтрационно-емкостная модели поглощения воды в речном бассейне. Интеграл Е.Г. Попова. Влияние испарения на сток половодья и паводка. Понятие водоотдачи бассейна.

Методы прогноза объема и максимального расхода воды весеннего половодья в различных ландшафтных зонах. Прогнозы притока воды различной обеспеченности в водохранилища крупных гидроэлектростанций. Территориальные прогнозы весеннего стока.

Долгосрочные прогнозы весенне-летнего половодья горных рек. Физические основы долгосрочных прогнозов элементов стока. Определение основных стокообразующих факторов с использованием математических моделей формирования стока горных рек. Космические методы оценки снегонакопления и оставшихся снегозапасов в бассейне. Практические приемы долгосрочного прогнозирования стока за половодье и вегетационный период, за месяц и оставшуюся часть половодья.

Прогнозирование дождевого и талого стока на основе моделей формирования стока на водосборе. Прогноз дождевых паводков. Современное представление о механизме формирования дождевого стока. Модели отдельных процессов стока и их региональные выражения. Определение поступления воды на поверхность бассейна. Использование радаров для замеров интенсивности атмосферных осадков.

Модели потерь дождевых вод и методы их реализации в различных региональных условиях. Способы прогнозов паводков по осадкам и притоку воды в русловую сеть. Примеры моделей стока.

Расчет и прогноз гидрографа равнинных рек за период половодья и краткосрочный прогноз расходов по данным о снеготаянии. Математические модели формирования половодья горной реки и их реализации для прогноза гидрографа стока.

Прогнозы ледовых явлений на основе учета гидрофизических процессов, протекающих в водоемах. Прогнозы сроков появления плавающего льда на реках. Охлаждение водной массы и начало ледообразования. Уравнение теплового баланса. Способы определения составляющих теплового баланса. Методы расчета и краткосрочного прогноза появления плавающего льда на реках (метод Л.Г. Шуляковского, построение физико-статистических зависимостей). Прогнозы начала ледостава на реках. Процесс образования ледяного покрова на реках. Построение физико-статистических зависимостей для расчета краткосрочного прогноза начала ледостава на реках. Особенности прогнозов сроков замерзания озер и водохранилищ.

Прогноз вскрытия рек. Условия вскрытия. Основные определяющие факторы процесса. Краткосрочные прогнозы дат вскрытия рек с использованием модели С.Н. Булатова. Прогноз вскрытия рек с заблаговременностью от 6 до 10 суток (на средние сроки) по методу И.Я. Лисера. Построение физико-статистических зависимостей для краткосрочного прогноза вскрытия рек. Точность и надежность прогнозов вскрытия. Затопы, их образование и прогноз уровней при затопках. Особенности прогноза сроков вскрытия озер и водохранилищ.

Прогнозы ледовых явлений, основанные на учете характеристик атмосферных процессов. Основы долгосрочных прогнозов ледовых явлений на реках, озерах и водохранилищах, основанные на учете закономерностей процессов синоптических сезонов. Синоптико-статистический метод. Количественные характеристики (индексы) атмосферных процессов и их определение; аналитическое представление метеорологических полей (разложение полей по естественным ортогональным составляющим). Построение прогностических зависимостей множественной линейной корреляцией с пошаговым регрессионным анализом. Проверка статистической значимости и надежности статистической зависимости.

8. Речной сток и гидрологические расчеты

Строительные нормы и правила определения основных гидрологических характеристик. Основные принципы и методы изучения речного стока в России и зарубежных странах.

Физико-географические факторы и их классификация. Исследование влияния физико-географических факторов на характеристики речного стока отечественными учеными. Классификация факторов речного стока (А.М. Владимиров). Влияние хозяйственной деятельности на речной сток и в целом на водные ресурсы. Закономерности увлажнения территории России. Широтная зональность распространения гидрологических характеристик на равнинной территории. Вертикальная поясность гидрологических процессов в горных районах. Распределение осадков по территории России и сопредельных стран.

Методы анализа характеристик речного стока. Генетический анализ гидрологических данных. Суть географо-гидрологического метода, предложенного В.Г. Глушкова. Методы гидрологической аналогии и географической интерполяции. Применение математической статистики и теории вероятностей в гидрологических расчетах. Вероятностно-статистический анализ гидрологических данных. Использование метода парной и множественной линейной корреляции в гидрологических расчетах. Методы анализа вычислительной математики. Метод статистических испытаний (Метод Монте-Карло). Математическое моделирование гидрологических явлений и процессов. Основные требования к математическим моделям. Применение системного анализа в гидрологических расчетах.

Способы обобщения гидрологических характеристик. Карты изолиний стока. Основные принципы построения карт изолиний стока. Надежность определения стока по картам изолиний. Районирование территорий и принципы гидрологического районирования территории. Выделение однородных районов статистическими методами. Графическая обработка гидрологических данных.

Годовой сток. Норма годового стока (понятия, определения). Методы анализа цикличности и учет цикличности при расчетах нормы. Оценка надежности данных по стоку. Влияние климатических факторов и факторов подстилающей поверхности на норму годового стока. Влияние озер, болот, леса размеров бассейна, рельефа почв в различных зонах. Определение нормы стока при наличии данных гидрометрических наблюдений, оценка точности расчетов. Зональность и распределение годового стока на территории России. Определение нормы стока при недостаточности данных гидрометрических наблюдений. Использование метода гидрологической аналогии. Графические и аналитические методы приведения короткого ряда наблюдений к длительному периоду, оценка погрешности приведения. Определение нормы годового стока при отсутствии наблюдений Географическая интерполяция. Карты изолиний нормы годового стока. Использование уравнения водного баланса для определения нормы годового стока. *Изменчивость годового стока*. Влияние размера площади водосбора на коэффициент вариации годового стока. Пространственная корреляционная функция, ее использование для анализа влияния площади водосбора на коэффициент вариации годового стока. Практические приемы расчета коэффициента вариации и асимметрии при отсутствии гидрометрических данных. Определение годового стока заданной вероятности превышения при отсутствии гидрометрических данных.

Внутригодовое распределение стока. Факторы внутригодового распределения стока: климатические и подстилающей поверхности. Расчет внутригодового распределения стока при наличии гидрометрических данных наблюдений. Расчет внутригодового распределения стока при недостаточности и отсутствии материалов наблюдений. Сезонный сток на территории России. Характеристика весеннего, летне-осеннего и зимнего стока.

Некалендарное внутригодовое распределение стока. Построение кривой продолжительности суточных расходов воды при отсутствии материалов гидрометрических наблюдений.

Минимальный сток. Факторы формирования минимального стока. Расчетные характеристики минимального стока. Расчет минимального стока при наличии материалов наблюдений. Практические приемы расчета характеристик минимального стока

при недостаточности и отсутствии гидрометрических данных. Карты минимального стока, расчетные формулы и зависимости характеристик минимального стока от средней высоты бассейна. Пересыхание и промерзание рек. Расчет основных характеристик промерзания и пересыхания.

Максимальный сток весеннего половодья. Основные понятия и характеристики весеннего половодья. Принципы расчета максимальных расходов заданной обеспеченности при строительном проектировании. Учет исторических максимумов и оценка их повторяемости при расчетах обеспеченных значений максимальных расходов воды. Расчет максимального стока весеннего половодья при наличии данных гидрометрических наблюдений. Факторы формирования весеннего половодья: климатические и подстилающей поверхности. Влияние размера площади водосборов на величину максимального стока весеннего половодья. Коэффициенты стока весеннего половодья.

Генетическая формула стока. Различные типы редукции максимального модуля стока весеннего половодья. Практические приемы расчета максимальных расходов весеннего половодья. Классификация расчетных формул. Способы определения параметров расчетных формул. Метод расчета максимальных расходов весеннего половодья при отсутствии материалов наблюдений. Практические приемы расчета максимальных расходов талых вод горных рек.

Максимальный сток дождевых паводков. Условия формирования паводков. Климатические факторы, определяющие дождевой сток. Расчетные характеристики дождей. Редукция максимальной интенсивности осадков по времени. Способы расчета предельных интенсивностей и слоя дождевых осадков. Факторы подстилающей поверхности, потери дождевого стока. Интенсивность инфильтрации, коэффициенты стока и способы их определения. Скорости и время стекания дождевых вод по склонам и русловой сети. Классификация расчетных формул (редукционные, объёмные и предельной интенсивности), их структура. Современные методы расчета максимальных расходов дождевых паводков.

Построение гидрографов половодий и паводков. Построение гидрографов весеннего половодья по уравнению Гудрича. Параметры уравнения и способы их определения. Построение расчетных гидрографов по типовым моделям паводков. Параметры и способы их определения. Метод единичного гидрографа.

Определение расчетных наивысших уровней воды рек и озер. Определение расчетных максимальных уровней воды рек по материалам наблюдений. Статистические параметры максимальных уровней. Расчет максимальных уровней воды рек для разных сезонов года. Определение максимальных уровней воды рек при недостаточности и отсутствии наблюдений. Учет образования ледовых и заторных явлений, ветровых волнений. Расчет наивысших уровней озер.

Твердый сток. Факторы формирования твердого стока. Расчет стока взвешенных наносов при наличии и недостаточности наблюдений. Расчет взвешенных наносов при отсутствии наблюдений. Карты зон мутности рек, распределение мутности по территории России. Расчет стока донных наносов. Определение сроков заиления прудов и водохранилищ. Селевые паводки и методы их расчета. Расчет растворенных наносов. Карта ионного стока, распределение растворенных наносов на территории России. Влияние хозяйственной деятельности на величину эрозии и сток наносов.

Оценка влияния хозяйственной деятельности на речной сток. Определение даты начала влияния хозяйственной деятельности на речной сток. Анализ хозяйственной деятельности на водосборе. Статистические методы оценки влияния хозяйственной деятельности на речной сток. Метод гидрологической аналогии. Оценка изменений по метеорологическим факторам. Водно-балансовые методы учета влияния хозяйственной деятельности на речной сток. Оценка влияния водохранилищ на речной сток. Оценка влияния осушения болот и заболоченных земель. Оценка влияния орошения на речной сток. Оценка влияния агротехнических и лесомелиоративных мероприятий на речной сток.

9. Динамика потоков и русловые процессы

Практическое значение динамики русловых потоков и теории русловых процессов, связь с гидротехническим строительством и водохозяйственными мероприятиями, водным транспортом. Роль в решении проблемы рационального использования и охраны водных ресурсов.

Гидравлическое сопротивление русел рек и каналов. Уравнение динамики квазиравномерного руслового потока. Физическая сущность гидравлического сопротивления при турбулентном и ламинарном режимах движения воды. Зависимость коэффициента гидравлического сопротивления от числа Рейнольдса. Графики Никурадзе и Зегжды. Факторы, влияющие на гидравлическое сопротивление. Виды гидравлического сопротивления. Сопротивление зернистой шероховатости, гряд, формы русла. Местные сопротивления. Сопротивление растительности; сопротивление ледяного покрова. Трение ветра. Влияние гидравлического сопротивления на среднюю скорость течения, глубину русла, уклон водной поверхности.

Распределение скоростей течения в поперечном сечении руслового потока. Распределение скоростей течения по глубине руслового потока и влияние на него гидравлического сопротивления. Методы теоретического расчета распределения скоростей течения по вертикали. Параболические уравнения Базена и Коллупайло; логарифмические уравнения Прандтля, Т. Кармана, Ясмунда - Никурадзе, М.А. Великанова, В.Н. Гончарова; эллиптическое уравнение А.В. Караушева; степенные формулы. Распределение скоростей течения под ледяным покровом. Распределение скоростей течения в потоке при воздействии ветра. Установившиеся ветровые и смешанные течения в русловых потоках. Метод расчета А.В. Караушева. Распределение скоростей течения по ширине прямолинейного руслового потока. Кинематическая структура потока на перекате ив плесовой ложине в разные фазы гидрологического режима реки.

Движение потока на изгибе русла. Гидравлические сопротивления в извилистом русле. Распределение скоростей течения на изгибе русла. Эксперименты А.Я. Миловича, В.Н. Гончарова, И.Л. Розовского, А. Шукри. Поперечная циркуляция потока на изгибе русла. Методы расчета скоростей течения на изгибе русла. Поперечные течения и уклоны водной поверхности на изгибе русла. Поперечные течения и уклоны, обусловленные вращением Земли.

Деление потока. Деление русловых потоков. Течения в месте деления; траектории поверхностных и придонных струй. Опыты Г. Булле, А.Я. Миловича, В.А. Шаумяна, А.И. Лосиевского. Особенности кинематической структуры потока в узлах

слияния. Распределение расходов воды по рукавам. Гидравлические сопротивления разветвленного русла. Гидравлические методы расчета распределения расходов воды по рукавам. Методы: модулей расходов для случая бифуркации (К.В. Гришанина, В.В. Иванова); графоаналитический (П.А. Войновича); трансформации многорукавного русла в малорукавное (Ф.М. Чернышева); общих модулей сопротивления (В.М. Михайлова).

Планы течений. Понятие о плановых задачах динамики русловых потоков. Планы течений; линии тока; плановые струи. Построение плана течений по натурным данным. Методы теоретического построения плана течений. Метод Н.М. Бернадского. Упрощение метода Н.М. Бернадского: метод плоских сечений (способ М.А. Великанова), метод фрагментов. Методы построения планов отрывных течений (течения с водоворотными зонами и при внезапном расширении). Методы Н.М. Бернадского, И.И. Леви, В.В. Баланина – В.М. Селезнева – А.Н. Бутакова, М.А. Михалева.

Течения в руслах с поймами. Гидрологический режим пойм. Процесс затопления и опорожнения пойм. Течения на поймах в половодье. Взаимодействие руслового и пойменного потоков; «кинематический эффект поймы». Исследования Г.В. Железнякова. Гидравлическое сопротивление поймы. Шероховатость поверхности пойм. Расчет пропускной способности поймы. Метод Н.Б. Барышникова.

Движение и сток наносов. Факторы формирования стока наносов. Бассейновая и русловая составляющие стока наносов в реках. Взвешенные и влекомые (донные) наносы; определение граничного диаметра между ними (методики В.Н. Гончарова и В. Крессера). Руслообразующие и транзитные наносы. Геометрические размеры и гидравлическая крупность наносов. Распределение частиц по сечению потока; поведение твердой частицы в турбулентном потоке. Факторы и механизм воздействия потока на частицы грунта. Противоэрозионная устойчивость несвязных, связных пластичных и скальных грунтов. Неразмывающие и размывающие (критические) скорости течения для несвязных грунтов; график Шильдса, формулы В.Н. Гончарова, Г.И. Шамова, И.И. Леви, Ц.Е. Мирцхулавы, В.К. Дебольского и др. Формирование отмостки. Критический размер и вес частиц; закон Эри. Особенности эрозии связных грунтов. Транспортирующая способность потока. Влияние поймы на транспорт наносов в руслах. Расчет мутности, расходов и годового стока взвешенных наносов.

Движение влекомых наносов. Методы расчета расхода влекомых наносов: формулы В.Н. Гончарова, Г.Н. Шамова, Г. Эйнштейна и др. Специфика перемещения песчаных и галечно-валунных наносов, роль неоднородности их состава. Грядовое движение наносов; образование и развитие гряд, связь с крупномасштабной турбулентностью. Соотношение расходов взвешенных и влекомых наносов. Вычисление суммарного их расхода. Аккумуляция наносов. Баланс наносов по длине русла. Уравнение баланса и распределение мутности по длине потока. Внутригодовая изменчивость стока наносов. Расчет стока наносов при отсутствии данных наблюдений.

Способы оценки стока наносов с территории. Состав и распределение руслообразующих наносов по крупности. Измельчение наносов в процессе их движения; формула Штернберга. Гидравлическая сортировка наносов. Расчет параметров гранулометрического состава донных наносов.

Формы проявления и факторы русловых процессов. Виды русловых деформаций – вертикальные и горизонтальные (плановые), направленные и периодические, общие и местные; пространственно-временные соотношения между ними, интенсивность развития. Связь русловых деформаций со стоком наносов. Основные факторы русловых процессов: сток воды и скорости течения, геологическое строение территории, сток наносов, грунты, слагающие ложе и берега рек, форма русла и долины, ледовый режим.

Врезание рек и направленная аккумуляция наносов как проявление вертикальных деформаций. Трансгрессивная и регрессивная эрозия и аккумуляция. Методы определения направленности вертикальных деформаций. Роль процессов автоматического выравнивания транспортирующей способности потока в формировании продольного профиля реки. Выработанный продольный профиль (теория Н.И. Маккавеева), его аналитическое выражение.

Морфология и динамика речных русел. Перекаты и перекатные участки, их роль в регулировании стока наносов по длине реки. Морфологические элементы типичного переката. Условия образования перекатов. Влияние динамики потока на деформацию перекатов и плесов. Сезонные и многолетние деформации перекатов. Относительно прямолинейные, неразветвленные русла. Формы перемещения наносов (побочневая, ленточно-грядовая) и их влияние на деформации прямолинейного русла. Влияние коренных берегов. Свободные, врезанные и вынужденные (адаптированные) излучины. Элементы излучин в плане. Основные гипотезы образования излучин. Влияние кинематической структуры потока на формирование речных излучин. Формы и механизм смещения излучин. Условия обтекания потоком берегов излучин; правило А.Я. Миловича. Образование прорванных излучин (незавершенное меандрирование).

Формирование речных пойм. Условия и механизм формирования пойм; типы пойм и их связь с русловыми деформациями. Закономерности изменения ширины и высоты поймы; их строение. Влияние взаимодействия руслового и пойменного потоков на русловые деформации и формирование пойм.

Устойчивость естественных русел. Проблема устойчивости естественных русел. Виды устойчивости речных русел. Статическая и динамическая устойчивость русла. Концепция предельной влекущей силы И. Лейна. Концепции К.В. Гришанина и Х. Шена. Показатели устойчивости речных русел. Число В.М. Лохтина. Коэффициенты устойчивости речного русла М.А. Великанова, Н.И. Маккавеева. Классификация речных русел по степени их устойчивости; связь показателей устойчивости с интенсивностью русловых деформаций.

Связи между гидравлическими характеристиками русловых потоков и морфометрическими характеристиками устойчивых естественных русел ("эмпирическая" речная гидравлика). Поток - русло как саморегулирующаяся система. Проблема геометрического и динамического подобия естественных русел. Первые эмпирические соотношения между некоторыми характеристиками потока и русла. Понятие о зависимых и независимых характеристиках потока и русла. Гидроморфологические зависимости между устойчивыми характеристиками потока и русла. Зависимости, включающие уклон в качестве независимой характеристики. Зависимости, включающие уклон в качестве зависимой характеристики. Эмпирические формулы

Учет динамики потоков и русловых процессов при гидротехническом строительстве и водохозяйственных мероприятиях. Прогнозы русловых деформаций. Влияние водохранилищ на русловые процессы. Заиление и занесение водохранилищ и их расчет (работы Г.И. Шамова, В.С. Лапшенкова, А.В. Караушева и др.). Деформации берегов водохранилищ. Русловые процессы в зонах переменного подпора.

10. Численные методы в гидрологии

Математические модели гидрологических процессов и основные направления применения численных методов в гидрологии. Понятие, назначение. Вид математических моделей по типу исследуемых закономерностей. Идентификация математических моделей гидрологических процессов. Идентификация и определение структуры параметров модели «Черный ящик». Метод оптимизации. Исследование сложных природных явлений с помощью дифференциальных уравнений в частных производных. Численные методы анализа на основе статистических моделей. Анализ временных рядов на основе теории случайных функций.

Численные методы обработки и первичного анализа исходных материалов наблюдений. Некоторые общие задачи обработки и первичного анализа материалов наблюдений. Интерполирование и экстраполирование рядов наблюдений. Понятие об интерполляции. Конечные разности различных порядков. Параболическое интерполирование. Интерполяционная формула Лагранжа и Ньютона. Способ наименьших квадратов, ортогональные полиномы Чебышева. Трудности практической реализации математических методов интерполирования и экстраполирования.

Многофакторные статистические зависимости в гидрологии. Исследование многофакторных статистических связей в гидрологии. Задачи, решаемые при исследовании многофакторных связей. Уравнение множественной линейной корреляции. Множественная линейная корреляция трех и более величин. Решение систем линейных уравнений. Алгебра матриц. Метод Крамера. Метод Гаусса. Метод итераций. Расчет общей взаимосвязи исследуемого объекта с предикторами. Вывод уравнения для расчета сводного коэффициента корреляции. Средние квадратические ошибки сводных параметров множественной корреляции. Определение оптимального числа показателей. Исключение дублирующих и неэффективных аргументов. Выравнивание и нормализация корреляционных связей. Нелинейные уравнения множественной корреляции.

Численные методы анализа цикличности природных процессов. Математическая модель природных явлений в виде случайных процессов. Основные понятия теории случайных функций, случайные процессы и последовательности. Случайное поле. Законы распределения случайного процесса. Числовые характеристики случайных процессов. Стационарные и нестационарные случайные процессы. Эргодичность. Расчет и анализ корреляционных функций. Расчетные формулы. Количественные характеристики корреляционной функции. Период корреляционной функции. Вопросы спектрального анализа и численные методы расчета спектральных плотностей. Спектральное разложение стационарной случайной функции на конечном и бесконечном участке времени. Взаимные корреляционные функции и взаимный спектральный анализ. Коспектр, когерентность.

Методы анализа циклических колебаний. Сглаживание, разностные интегральные кривые, корреляционный и спектральный анализ.

Методы оптимизации. Общая постановка задач оптимизации гидрологических процессов. Математическая формулировка задачи оптимизации. Основные понятия. Целевая функция и ее некоторые свойства. Нормализация независимых переменных. Особые точки целевой функции. Глобальный и локальный оптимумы. Градиент целевой функции. Общая характеристика методов нелинейного программирования. Градиентные методы. Метод релаксации. Метод градиента. Метод наискорейшего спуска. Комбинированные методы. Метод шагов по оврагу. Метод Розенброка. Безградиентные методы. Метод локализации экстремума функции одной переменной. Метод «золотого сечения». Метод сканирования. Особенности поиска оптимума в задачах с ограничениями типа неравенств.

Численные методы расчета неустановившегося движения потоков жидкости и тепловых потоков.

Приближенное решение дифференциальных уравнений в частных производных. Классификация уравнений в частных производных. Конечно-разностные аппроксимации. Конечно-разностные методы интегрирования уравнений Сен-Венана. Использование уравнения Фурье для расчета потока тепла.

11. Гидротехника

Использование водной энергии. Общие принципы использования энергии реки и схемы гидроэлектростанций. Приплотинная, деривационная и комбинированная схема. Гидромеханическое и электрическое оборудование гидроэлектростанций. Основные характеристики ГЭС. Мощность, выработка электроэнергии, расход, напор, коэффициент полезного действия, число оборотов в минуту, высота всасывания. Конструкции и типы турбин. Спиральная камера и всасывающая труба. Моделирование гидротурбин и турбинная серия. Заводская универсальная характеристика гидротурбин. Эксплуатационные характеристики агрегата и станции в целом. Расходные характеристики ГЭС. Способы их построения. Гидравлический удар. Назначение уравнительного резервуара. Назначение и конструкция регулятора числа оборотов турбины. Гидроаккумулирующие установки. Их назначение и конструкции.

1. Метеорология

Определение метеорологических величин. Рассмотрение основных метеорологических величин (атмосферного давления, характеристик ветра, температуры и влажности воздуха, количества облаков сумм осадков) по следующему плану: определение метеорологических величин; измерение метеорологической величины, если она измеряется, или приведение формул её расчёта; рассмотрение факторов формирования поля данной метеорологической величины; влияние полей рассматриваемой метеорологической величины на поля других метеорологических величин; изменение метеорологической величины в пространстве (по горизонтали, по вертикали); изменение метеорологической величины во времени (периодические и непериодические изменения); влияние рассматриваемой величины, её полей на растительный и животный мир, на человека; градиенты основных метеорологических величин, их знак и величина.

Общее определение атмосферного явления. Рассмотрение атмосферных явлений по следующему плану: определение данного атмосферного явления; факторы, формирующие данное атмосферное явление; классификация атмосферных явлений; наблюдение за рассматриваемыми атмосферными явлениями; влияние атмосферного явления на поля метеорологических величин; определение свойств атмосферы по наличию и характеру наблюдаемого атмосферного явления; влияние данного атмосферного явления на растительный и животный мир, на человека.

Состав воздуха в нижних слоях атмосферы. Основные составляющие, важные переменные составляющие, атмосферные примеси, аэрозольные частицы. Антропогенное загрязнение атмосферы. Радиоактивные эманации. Изменение состава воздуха с высотой, причины этого явления. Состав воздуха в высоких слоях атмосферы. Гомосфера и гетеросфера.

Уравнение состояния сухого и влажного воздуха, водяного пара. Виртуальная температура. Сравнение уравнений состояния для идеального газа и сухого воздуха, для сухого и влажного воздуха, для сухого воздуха и водяного пара.

Мощность атмосферы. Горизонтальная и вертикальная неоднородность атмосферы. Принципы деления атмосферы по вертикали. Характеристика выделенных слоёв по каждому принципу деления атмосферы. Устойчивость и неустойчивость атмосферы. Понятие о воздушных массах, атмосферных фронтах, барическом рельефе.

Лучистая энергия в атмосфере. Основные источники энергии для планеты Земля, их характеристика и мощность. Использование солнечной энергии в настоящее время. Перспективы использования солнечной энергии.

Излучение поглощение, отражение, пропускание лучистой энергии в атмосфере. Понятие абсолютно чёрных, абсолютно белых и зеркальных тел и поверхностей. Основные законы излучения чёрного тела (закон Кирхгофа, формула Планка; первый и второй законы Вина, закон Стефана-Больцмана). Понятие серого тела.

Солнце и его строение. Процессы, протекающие на солнце. Солнечные пятна, фотосферные факелы, флоккулы, хромосферные вспышки как проявление солнечной активности. Число Вольфа. Периоды колебания солнечной активности. Спектр излучения солнца и солнечная постоянная.

Рассеяние и поглощение солнечной радиации в земной атмосфере.

Основные потоки лучистой энергии в атмосфере, их характеристика. Сравнение спектрального состава потоков излучения Солнца и Земли, спектральный состав солнечной радиации у подстилающей поверхности. Влияние различных факторов на потоки лучистой энергии (потоки прямой, рассеянной и солнечной суммарной радиации, поток излучения земли, встречное излучение атмосферы, эффективное излучение земли, потоки отражённой и уходящей радиации).

Альbedo подстилающей поверхности и атмосферы. Радиационный баланс подстилающей поверхности, уравнения радиационного и теплового баланса подстилающей поверхности. Влияние радиационного баланса подстилающей поверхности на погодные условия. Суточный и годовой ход радиационного баланса. Радиационный баланс атмосферы. Уравнения радиационного баланса атмосферы и системы земля – атмосфера.

2. Климатология

Определение климата. Основные климатообразующие факторы и процессы. Климатическая система. Радиационные процессы и их роль в формировании климата. Влияние деятельной земной и океанической поверхностей на формирование климата. Влияние распределения океанов и суши на атмосферную и океаническую циркуляцию. Влияние растительного, снежного и ледяного покрова на климат. Циркуляция атмосферы и ее влияние на формирование климата. Климатическая роль пассатов и муссонов. Влияние циркуляции атмосферы на термический режим и режим увлажнения.

Влагооборот и его роль в формировании климата. Рельеф суши и его влияние на формирование климата. Местные циркуляции и их климатическое значение.

Понятие микро- и макроклимата. Колебания климата в прошлом и возможные изменения в будущем. Классификация климата. Принципы и назначение климатических классификаций для научных и прикладных целей (сельского хозяйства, строительства, медицины и т.д.).

Классификация Л.С. Берга, Б.П. Алисова, А.А. Григорьева, М.И. Будько. Методы исследования изменений и колебаний климатов. Влияние деятельности человека на климат. Ожидаемый климат будущего.

3. Физическая метеорология

Строение атмосферы.

Принцип деления атмосферы на слои. Гомосфера и гетеросфера. Тропосфера, стратосфера, мезосфера, термосфера, экзосфера. Нейтросфера и ионосфера. Озонасфера. Радиационные пояса Земли. Методы исследования различных слоев атмосферы. Горизонтальное расчленение атмосферы.

Термодинамические процессы в атмосфере.

Первое начало термодинамики. Адиабатические процессы. Уравнение состояния сухого и влажного воздуха. Газовая постоянная. Виртуальная температура. Потенциальная температура и ее свойства. Влажноадиабатические процессы. Псевдоадиабатические процессы. Термопограмметрические характеристики воздушных масс. Уровень конденсации. Условия и критерии статистической устойчивости атмосферы. Конвекция, уровень конвекции. Определение вертикальной скорости конвекции. Энергия неустойчивости. Стратификация атмосферы. Инверсии температуры, их происхождение и роль в развитии конвекции. Прогноз конвективной облачности и явлений.

Турбулентная атмосфера.

Турбулентность, её простейшие характеристики (число Рейнольдса, пульсации метеорологических величин, число Ричардсона, путь смешения, коэффициент турбулентного обмена, коэффициент турбулентности). Турбулентный, конвективный и молекулярный потоки. Потоки тепла. Приток тепла в турбулентной атмосфере. Уравнение притока тепла в турбулентной атмосфере. Частные виды уравнения притока тепла в турбулентной атмосфере.

Вода в атмосфере.

Фазовые переходы воды в атмосфере. Зависимость насыщающей упругости водяного пара от различных факторов. Скорость испарения и роста капель в атмо-

сфере. Переохлаждение капель. Образование ледяных кристаллов в атмосфере. Факторы образования туманов, их физические характеристики.

Классификации туманов. Условия образования облаков различных форм. Классификация облаков. Физические характеристики облаков. Суточный и годовой ход облаков и туманов. Образование атмосферных осадков. Оптические, электрические, акустические явления в облаках, тумане, зоне осадков.

4. Методы и средства метеорологических измерений

Измерение давления воздуха. Ртутные сифонные, сифонно-чашечные, стационарные чашечные барометры. Поправки барометров. Деформационные барометры. Анероидные коробки. Манометрические трубки. Температурная компенсация. Газовые барометры. Регистрирующие барометры. Микробарографы. Гипсотермометр.

Измерение температуры воздуха, почв и воды. Особенности измерения температуры. Классификация термометрических приборов. Температурные шкалы. Погрешности термометров. Жидкостные, газовые и деформационные термометры. Термоэлектрические термометры. Термометры сопротивления. Радиационные термометры. Полупроводниковые диоды и транзисторы в качестве датчиков температуры.

Измерение влажности воздуха. Конденсационные гигрометры. Психометрический метод. Деформационные, электрические, радиационные гигрометры. Кулонометрические, электролитические гигрометры. Репрезентативность и точность измерения влажности.

Измерения характеристик ветра. Манометрический метод измерения скорости ветра. Ротоанемометры. Тепловые анемометры. Акустические анемометры. Анемометры с использованием высокочастотного газового разряда. Анеморумбометры, анеморумбографы.

Измерения осадков и снежного покрова. Механические, электромеханические осадкомеры. Плувиографы. Определение интенсивности осадков. Погрешности и способы их устранения. Измерение характеристик снежного покрова. Измерители гололеда. Репрезентативность, точность измерения осадков.

Измерение характеристик лучистых энергий. Измерение прямой солнечной радиации. Пиргелиометры. Актинометры. Гелиографы. Измерения рассеянной и суммарной радиации. Пиранометры. Измерение альбедо. Измерение баланса лучистых потоков и его составляющих. Балансомеры. Зависимость показаний этих приборов от скорости ветра, методы устранения.

Измерения прозрачности атмосферы, дальности видимости, высоты нижней границы облаков. Дальность видимости (ДВ) и метеорологическая дальность видимости (МДВ): определение, основное уравнение. Способы измерения МДВ (визуальные, визуально-инструментальные и инструментальные). Репрезентативность, точность измерения прозрачности атмосферы и дальности видимости. Основные методы измерения высоты нижней границы облаков.

5. Дистанционные методы измерений

Зондирование атмосферы с поверхности земли дистанционными методами. Физические основы методов дистанционных измерений параметров состояния атмосферы. Методы пассивной и активной локации. Вертикальное строение атмосферы и

условия распространения радиоволн. Теория распространения электромагнитных волн (ЭМВ) в атмосфере. Радиофизические свойства атмосферы. Атмосферная рефракция. Свехррефракция. Ослабление и рассеяние ЭМВ. Дальность радиовидимости. Радиолокационная отражаемость. Уравнение радиолокации метеорологических объектов. Радиолокационные станции (РЛС) и их потенциал. Радиолокационная отражаемость облаков и осадков. Ограничения радиолокационного метода наблюдений.

Представление радиометеорологической информации. Обработка радиолокационных наблюдений. Радиолокационные карты МРЛ и их анализ. Точность, эффективность данных МРЛ. Автоматизация получения, обработки и передачи радиолокационной метеорологической информации. Требования к размещению МРЛ, объему и точности информации.

Акустическое и радиоакустическое зондирование атмосферы. Акустические локаторы. Доплеровские акустические локаторы. Метеорологическая информация, получаемая с помощью акустических локаторов.

6. Аэрология

Классификация методов определения вертикальных профилей параметров ветра (шаропилотные, радиопилотные, ракетные, наблюдения за следами метеоров и др.). Траектория движения шара в трехмерном пространстве. Ветровые треугольники.

Однопунктные шаропилотные наблюдения. Оборудование и приборы для производства наблюдений (газогенераторная, оболочки, аэрологический теодолит). Установка и поверка теодолита. Методы расчета вертикальной скорости. Производство наблюдений. Уравнение движения шара. Динамические и статические факторы, влияющие на вертикальную скорость движения шара. Особенности наблюдений в ночное время.

Базисные наблюдения. Метод подвесной базы. Недостатки и преимущества шаропилотных наблюдений.

Радиоветровые наблюдения. Радиолокаторы и мишени. Общие принципы функционирования радиолокационных, радиопеленгационных систем. Классификация радиолокационных станций. Первичная, вторичная радиолокация. Технические характеристики радиолокационных станций и требования к ним.

Методы измерения давления, температуры и влажности воздуха аэрологическими приборами. Температурно-ветровое зондирование атмосферы. Приборы и оборудование. Основные понятия и способы телеметрии. Кодирование, передача сигналов.

Устройство и принцип действия различных типов радиозондов. Метрологическое обеспечение метода радиозондирования Системы "Метеорит - РКЗ", "Титан - МАРЗ".

Специальные методы зондирования атмосферы.

Эталонные и специальные радиозонды: устройство, принципы действия, особенности измерений, области применения. Актинометрические радиозонды. Озонозонды. Сбрасываемые радиозонды.

Исследование атмосферы с помощью привязных и свободных аэростатов, стратостатов. Стратостаты. Дирижабли. Методика измерений. Сбор, обработка и использование данных аэростатного зондирования.

Исследование атмосферы с помощью самолетов, вертолетов, дельтапланов, радиоуправляемых летательных аппаратов. "Летающие лаборатории". Ракетное зондирование атмосферы.

7. Динамическая метеорология

Основные уравнения гидротермодинамики. Уравнения движения, Уравнения неразрывности, уравнения притока тепла, уравнения состояния. Атмосферная турбулентность. Уравнения для описания процессов в турбулентной среде. Баланс кинетической энергии турбулентности. Упрощение уравнений гидротермодинамики на основе теории размерности и подобия.

Крупномасштабные движения в свободной атмосфере. Геострофический ветер. Влияние трения. Адаптация полей давления и ветра. Агеострофический (действительный) ветер.

Вертикальные движения в атмосфере. Классы вертикальных движений и их пространственно-временной масштаб. Упорядоченные вертикальные движения синоптического масштаба.

Связь температуры с полями давления. Изменение ветра с высотой в зависимости от распределения температуры воздуха. Термический ветер. Адвекция температуры и способы ее вычисления.

Пограничные слои в атмосфере. Планетарный пограничный слой (ППС) и внутренний (приземный) слой. Системы уравнений, описывающие их строение. Вертикальные профили метеорологических величин.

Баротропная атмосфера. Баротропное уравнение вихря скорости, его анализ, упрощение и методы решения. Бароклинная атмосфера. Уравнение вихря скорости в бароклинной атмосфере, его качественный анализ и методы решения.

Влияние орографии на ветер. Местные ветры.

8. Синоптическая метеорология

Воздушные массы и фронтальные разделы в атмосфере. Горизонтальное расчленение атмосферы на воздушные массы. Условия их формирования. Классифицирующие признаки. Классификация воздушных масс. Погода в воздушных массах различного типа и происхождения.

Теория трансформации воздушных масс на примере полей температуры и влажности. Эмпирические приемы изучения трансформации. Суточные колебания метеовеличин.

Фронтальные разделы между воздушными массами. Фронты как квазираздел в поле плотности. Угол наклона. Принципы классификации фронтов. Классификация фронтов. Особенности полей метеорологических величин в области фронта. Теплый фронт. Холодный фронт. Фронты и окклюзии. Скорость движения фронтов. Прогноз эволюции фронта. Условия разрушения и образования фронтов. Структура термобарического поля, приводящая к фронтогенезу (фронтолизу). Влияние орографии на процессы фронтогенеза (фронтолиза). Высотные фронтальные зоны (ВФЗ), их харак-

теристика. Струйные течения. Классификация струйных течений. Выявление фронтальных разделов на картах погоды. Использование данных радиолокаций и снимков облачности с метеорологических спутников.

Циклоническая деятельность и общая циркуляция атмосферы.

Крупномасштабные атмосферные вихри. Характеристика и типы циклонов и антициклонов. Стадии развития фронтальных циклонов. Структура термобарического поля в различных стадиях. Семейство циклонов. Регенерация циклонов. Энергетика циклогенеза. Условия возникновения и эволюции антициклонов. Прогноз их перемещения. Влияние орографии на возникновение, эволюцию и перемещение циклонов и антициклонов. Сегментация циклонов.

9. Экономические основы обеспечения пользователей гидрометеорологической информацией

Метеорологическая информация как основа гидрометеорологического обеспечения. Метеорологическая информационная сеть. Основные виды метеорологической информации, используемой в экономике. Требования, предъявляемые к метеорологической информации.

Прогностическая информация. Основные классы и виды метеорологических прогнозов. Стандартные и методические прогнозы. Области применения прогностической информации.

Общая характеристика метеорологического обеспечения. Потребители информации. Виды специализированной метеорологической информации. Взаимодействия между поставщиком и потребителем. Коммерциализация специализированного метеорологического обеспечения. Метеорологическое обеспечение гражданской авиации. Гидрометеорологическое обеспечение морского транспорта (включая рыболовство). Гидрометеорологическое обеспечение речного транспорта и лесосплава. Метеорологическое обеспечение железнодорожного транспорта. Метеорологическое обеспечение автомобильного транспорта. Метеорологическое обеспечение агропромышленного комплекса. Метеорологическое обеспечение лесного хозяйства. Метеорологическое обеспечение топливно-энергетического комплекса. Обеспечение метеорологической информацией строительства. Гидрометеорологическое обеспечение горнодобывающей промышленности. Метеорологическое обеспечение коммунального хозяйства.

Социальные аспекты гидрометеорологического обслуживания. Использование метеорологической информации при защите атмосферного воздуха от загрязнения.

Научная и практическая оценка. Необходимость выполнения оценки качества прогнозов погоды. Характеристики качества. Идеальный прогноз и фактический прогноз. Характеристики качества прогнозов погоды и штормовых предупреждений. Оценка качества краткосрочных прогнозов и штормовых предупреждений. Оценка качества прогнозов погоды, содержащих опасные явления и комплекс неблагоприятных метеорологических явлений, и предупреждений о них. Оценка успешности отдельных метеорологических величин и явлений погоды. Оценка успешности для альтернативных и многофазовых прогнозов. Критерии успешности. Количество прогностической информации и информационное отношение. Оценка качества среднесрочных и долгосрочных прогнозов погоды.

Критерии экономической эффективности метеорологической информации. Система *погода – прогноз – потребитель* как сложный комплекс взаимосвязей погоды и климата с обществом. Соотношение между затратами на получение гидрометеорологической информации и ростом национального дохода за счет использования информации. Потери (убытки) по метеорологическим причинам, их классификация. Функция полезности и формы ее представления.

Матричная форма обобщения и анализа прогностической информации. Различные виды функции полезности. Функция потерь. Матрица потерь. Альтернативная и многофазовая матрица потерь.

Выбор оптимальных погодохозяйственных решений и стратегий на основе байесовского подхода. Критерии оптимальности. Расчет средних потерь. Кардинальные и некардинальные меры защиты, учет некардинальности мер защиты. Чувствительность потребителей к воздействию погодных условий. Показатели экономической полезности прогнозов погоды. Частные оценки экономической полезности метеорологической информации в различных отраслях экономики.

Распределение видов гидрометеорологической информации в различных отраслях экономики. Эффективность использования метеорологической информации в России и за рубежом. Задачи, стоящие перед Гидрометеорологической службой и перед потребителем, для дальнейшего устойчивого развития общества.

5. ВОПРОСЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

5.1. Теоретические вопросы:

1.1.1. Профиль «Гидрология»

1. Анализ факторов, определяющих распределение осреднённых во времени скоростей потока по вертикали (исследования В.Н.Гончарова).
2. Антропогенные воздействия на водных объектах. Их основные виды и последствия.
3. Баланс массы и гидрологическая роль ледников.
4. Влияние водохранилищ на речной поток, русловые процессы и экосистемы в верхнем и нижнем бьефах.
5. Вода в почво-грунтах. Взаимодействие подземных и поверхностных вод.
6. Водный режим рек. Фазы водного режима и их характеристика.
7. Гидравлические расчеты отверстий мостов и безнапорных труб.
8. Гидравлический прыжок. Типы сопряжения бьефов.
9. Гидрохимический режим озер.
10. Донные отложения озер.
11. Закон неразрывности для несжимаемой жидкости. Определение величины потери напора (на основе уравнения Бернулли).
12. Измерение глубин водных объектов (приборы, оборудование, методика измерения для построения продольного, поперечного профиля, плана участка в изобатах и горизонталях).
13. Измерение скоростей течения воды гидрометрической вертушкой.
14. Измерение скорости течения воды гидрометрическими поплавками.

15. Истечение жидкости при переменном напоре. Гидравлический расчет времени опорожнения водохранилища.
16. Количественные показатели, характеризующие качество воды (физические, химические, биологические). Косвенные показатели, отражающие содержание органических веществ в воде.
17. Классификация типов движения воды. Понятие о критериях, определяющих типы движения воды (число Рейнольдса, число Фруда). Примеры, встречающиеся на практике.
18. Классификация физико-географических факторов, формирующих речной сток. Зональные и местные факторы. Средние, малые и большие реки.
19. Ледовый режим рек.
20. Методы водного баланса. Уравнение водного баланса для произвольного участка суши и речного бассейна.
21. Методы наблюдения за стоком наносов.
22. Методы оценки статистических параметров кривых обеспеченности.
23. Методы статистического анализа гидрологических данных. Кривые распределения вероятностей. Статистические параметры кривых обеспеченности.
24. Механизм движения наносов в потоке. Механические и гидравлические характеристики наносов. Гидравлическая крупность. Критические скорости течения.
25. Мониторинг качества воды в водоёмах и водотоках.
26. Наблюдения за уровнем воды: методы и приборы, обработка результатов наблюдений.
27. Общее понятие о неравномерном движении жидкости в открытых руслах. Формы кривых свободной поверхности потока при неравномерном движении и методы их расчёта. Примеры неравномерного движения, встречающиеся в природе.
28. Определение неустановившегося движения жидкости. Классификация волн. Уравнение Сен-Венана. Особенности движения паводочных волн.
29. Определение расхода воды методом смешения.
30. Определение расходов воды. Метод скорость – площадь.
31. Определение расходов воды. Поплавочные измерения.
32. Определение гранулометрического состава донных отложений.
33. Основное уравнение равномерного движения и его применение к определению потерь напора в открытых руслах и трубах.
34. Основные источники питания рек и количественная их оценка.
35. Оценка качества воды с помощью интегральных показателей.
36. Принципы гидрологического прогнозирования. Классификация гидрологических прогнозов, форма их выпуска и оценка оправдываемости методик.
37. Принципы организации водомерного поста.
38. Прогноз притока воды в водохранилище.
39. Процессы смешения, разбавления и самоочищения вод; их учёт при прогнозировании качества воды.
40. Расчёт (среднегодовых, максимальных, минимальных) расходов воды заданной обеспеченности при недостаточности материалов наблюдений.

41. Расчёт внутригодового распределения стока при наличии материалов наблюдений методом компановки.
42. Расчёт гидрографа весеннего половодья по типовым моделям паводка.
43. Расчёт гидрологических характеристик (на примере годового, максимального, минимального стока) заданной вероятности превышения при наличии материалов гидрометрических наблюдений.
44. Расчет годового стока малых рек при отсутствии материалов наблюдений согласно (СПЗЗ – 101 - 2003).
45. Расчет годового стока рек при достаточном периоде гидрометрических наблюдений: понятие нормы, учет цикличности, оценка статистической однородности и репрезентативности ряда.
46. Расчёт испарения с водной поверхности: (методы водного и теплового баланса, турбулентной диффузии, эмпирические формулы).
47. Расчёт испарения с поверхности снега и льда, испарение почвенной влаги.
48. Расчёт максимальных расходов воды заданной вероятности превышения при различном объёме данных гидрометрических наблюдений.
49. Расчёт максимальных расходов воды заданной обеспеченности весеннего половодья при отсутствии материалов наблюдений (по СПЗЗ – 101 – 2003).
50. Расчёт максимальных расходов воды заданной обеспеченности дождевых паводков при отсутствии материалов наблюдений для рек с площадью водосбора более 200 км² (Согласно СПЗЗ – 101 – 2003).
51. Расчет минимальных расходов воды заданной обеспеченности при наличии, недостаточности и отсутствии материалов гидрометрических наблюдений в соответствии со СПЗЗ – 101 – 2003.
52. Роль главных параметров потока в транспорте наносов.
53. Способы определения направления течения в реках.
54. Термический режим озер.
55. Уравнение линейной множественной регрессии и его оценки.
56. Условия формирования неоднозначных зависимостей между расходами и уровнем воды.
57. Учёт стока воды при неустойчивых руслах и подпоре.
58. Учёт стока при ледообразовании и зарастании русла.
59. Формирование стока наносов рек и особенности его расчета при разных объемах данных гидрометрических наблюдений.
60. Характеристика основных источников загрязнения поверхностных вод и путей поступления загрязняющих веществ в водные объекты.

1.1.2. Профиль «Метеорология»

1. Влияние рельефа на формирование микро– и мезоклимата.
2. Циркуляция атмосферы и ее роль в формировании климата.
3. Пространственное распределение и годовой ход составляющих теплового баланса.
4. Пространственное распределение и годовой ход составляющих радиационного баланса.
5. Методы исследования и восстановления климатов прошлого.

6. Цели, назначение и принципы классификаций климата.
7. Подстилающая поверхность, как климатообразующий фактор.
8. Методы измерения температуры воздуха.
9. Методы измерения температуры почвы на поверхности и на глубинах.
10. Методы измерения влажности воздуха.
11. Методы измерения характеристик ветра.
12. Методы измерения атмосферного давления.
13. Роль турбулентных движений в процессах, протекающих в атмосфере. Характеристики турбулентности.
14. Оптические явления в атмосфере.
15. Процессы образования и характеристики туманов.
16. Процессы образования и характеристики облаков нижнего яруса.
17. Процессы образования и характеристики облаков среднего яруса.
18. Процессы образования и характеристики облаков верхнего яруса.
19. Процессы образования и характеристики облаков вертикального развития.
20. Характеристики влажности: измерение, расчет, нахождение по аэрологической диаграмме.
21. Строение и состав атмосферы.
22. Стратификация атмосферы: виды и методы определения.
23. Солнце и солнечная постоянная. Солнечная радиация в атмосфере.
24. Осадкообразование в облаках.
25. Понятие о приземном и пограничном слоях атмосферы.
26. Система уравнений гидротермодинамики для построения моделей атмосферы (записать и дать физический анализ).
27. Определение характеристик движения (скорость, направление) и их изменения с высотой в свободной атмосфере.
28. Модельный расчет горизонтальных и вертикальной составляющих движения в пограничном слое атмосферы.
29. Наклон фронтальной (стационарной) поверхности к горизонту. Уравнение Маргулиса.
30. Влияние метеорологических условий и параметров выброса на концентрацию примесей в атмосфере.
31. Классификация прогнозов. Требования, предъявляемые к прогностической информации.
32. Расчет качества прогнозов на основе матрицы сопряженности.
33. Использование метеорологической информации в разных отраслях экономического комплекса: в сельском и лесном хозяйстве, в транспортной отрасли.
34. Аэрологическая диаграмма. Описание. Применения для расчета характеристик состояния.
35. Понятие градиента метеорологических величин. Определение по картам погоды, по данным аэрологического зондирования.
36. Метеорологические наблюдения: сроки, порядок производства наблюдений, обработки результатов.
37. Актинометрические наблюдения: приборы, порядок производства наблюдений, обработки результатов.

5.2. Примеры практических заданий:

5.2.1. Профиль «Гидрология»

Задача 1. Используя карту изолиний «Годового стока рек СССР» (Приложение 1 Лист 1) определите норму стока реки отдельно: а) средней и б) малой. Поясните пошагово: Как будете производить определение.

Задача 2. Используя карту изолиний «Коэффициента вариации годового стока рек СССР» (Приложение 2 Лист 2) определить коэффициент вариации стока реки отдельно для: а) средней и б) малой. Поясните пошагово: Как будете производить определение.

Задача 3. Использование графо-аналитического способа (или один из вариантов метода квантилей) для расчета параметров биномиальной кривой обеспеченности.

Приложение к задаче 3. Графо-аналитический способ был разработан Г.А. Алексеевым (1960,1962). При графо-аналитическом способе, прежде всего, определяется коэффициент скошенности S , характеризующий несимметричность кривой распределения

$$S = (Q_{5\%} + Q_{95\%} - 2 Q_{50\%}) / (Q_{5\%} - Q_{95\%}), \quad (1)$$

Значения расходов воды обеспеченностью 5,50, 95% снимаются со сглаженной эмпирической кривой обеспеченности. По найденному коэффициенту скошенности S определяем C_s . Соответствующие таблицы имеются. Другие стандартные параметры рассчитываются по формулам для биномиальной кривой:

$$\sigma_{Q_0} = (Q_{5\%} - Q_{95\%}) / (\Phi_{5\%} - \Phi_{95\%}), \quad (2)$$

$$Q_0 = Q_{50\%} - \sigma_{Q_0} \Phi_{50\%}, \quad (3)$$

Коэффициент вариации C_v вычисляется по определенным σ_{Q_0} и Q_0 как

$$C_v = \sigma_{Q_0} / Q_0, \quad (4)$$

Полученная по этим параметрам аналитическая кривая обеспеченности принимается за расчетную.

Задача 4. При определении нормы стока малой реки по карте «Годового стока рек СССР» для каких природных зон вводится поправочный коэффициент $K_p > 1,0$ и для каких – $K_p < 1,0$. Ответ поясните.

Задача 5. Для определения какой гидрологической характеристики используется ниже указанная формула? Поясните последовательность расчета по этой формуле: $Q_p = h_p K_0 \mu \delta_{O_3} \delta_b \delta_l \delta_M F / (F + f)^n$

Задача 6. Для расчета какой гидрологической характеристики используется ниже указанная формула? Поясните последовательность расчета по этой формуле: $Q_p = q_{200} (200 / F)^n \delta_{O_3} \delta_b \delta_l F \lambda_p$

Задача 7. Определить полное гидростатическое давление (p') на дно сосуда, наполненного водой. Сосуд сверху открыт, давление на свободной поверхности атмосферное. Глубина воды в сосуде $h = 0,6$ м.

Задача 8. Определить манометрическое давление (p) на дно сосуда, наполненного водой. Сосуд сверху открыт, давление на свободной поверхности атмосферное. Глубина воды в сосуде $h = 0,3$ м.

Задача 9. Определить полное гидростатическое давление (p') на дно круглого резервуара $d = 1$ м, а также силу давления на дно ($P_{\text{полн}}$). Резервуар наполнен водой. Глубина наполнения в обоих случаях одинакова и равна $h = 0,9$ м. Сосуд сверху открыт и давление на свободной поверхности равно атмосферному.

Задача 10. Прямоугольная баржа размером 18×9 м, когда ее загрузили песком, погрузилась в воду на $y = 0,5$ м по сравнению с первоначальным положением до загрузки. *Определить:* 1) Объем песка в барже ($W_{\text{песка}}$), относительный удельный вес песка равен $\eta = 2$. 2) Высоту слоя песка ($h_{\text{песка}}$), считая, что песок в барже уложен по всей площади днища равномерным слоем. Толщину стенок в расчете не учитывать.

Задача 11. Деревянный брус размером $5 \times 0,3$ м и высотой $h = 0,3$ м спущен в воду. 1) На какую глубину он погрузится, если относительный вес бруса равен $\eta_{\text{бруса}} = 0,7$? 2) Определить сколько человек могут встать на брус, чтобы верхняя поверхность бруса оказалась бы заподлицо со свободной поверхностью воды, считая, что каждый человек в среднем имеет массу $m_{\text{чел}} = 67,7$ кг.

Задача 12. Определить расход (Q) и среднюю скорость (v) в трапециевидном земляном канале при $b = 10$ м; $h = 3,5$ м; $m = 1,25$ – коэффициент заложения откоса, назначается в зависимости от свойств грунта или из конструктивных соображений; $i = 0,0002$. Грунты лессовые среднеплотные. Канал в средних условиях содержания и ремонта ($n = 0,025$).

Задача 13. Определить непередвигающую скорость потока по В.Н. Гончарову для наносов средней крупности (2 мм) и $\kappa_{5\%} = 10$ мм при глубине потока 1 метр.

Задача 14. Найдите абсолютную высоту водной поверхности в створе свайного водомерного поста, если известно, что: А) абсолютная высота плоскости НГП 356,7 м БС; Б) привodka сваи 256 см; С) отчет высоты водной поверхности над плоскостью НН по переносной уровенной рейке 16 см.

Задача 15. Найдите абсолютную высоту водной поверхности в створе мостового передаточного водомерного поста, если известно, что: А) абсолютная высота плоскости НГП 356,7 м БС; Б) привodka водомерного устройства 730 см; С) измеренное расстояние между плоскостью НН и водной поверхностью 450 см.

Задача 16. Найдите координату промерной вертикали геодезическим способом, если известно, что длина базиса 28 м, а измеренный теодолитом горизонтальный угол $37^{\circ}30'$.

Задача 17. Определите площадь (ω , м²) и длину смоченного периметра (χ , м) в секторе между промерными вертикалями, если известно, что: А) расстояние по поверхности воды между вертикалями $b = 42$ м; Б) глубина на смежных данному сектору вертикалям 4,6 и 5,1 м.

Задача 18. Найдите истинную глубину на вертикали при измерении ее механическим лотом, если известно, что длина вытравленного троса 5,6 м, высота подвеса троса над водой 66 см, угол отклонения троса от вертикали 15 градусов, поправка 0,085 м.

Задача 19. Определите числовой горизонтальный масштаб участка профиля на эхограмме, если известно, что его длина на ленте эхограммы 8 см, а в натуре составляет 160 м.

Задача 20. Проведите разборку и сборку контактного механизма гидрометрической вертушки ГР-21М.

Задача 21. Найдите элементарные расходы воды на скоростных вертикалях и частичный расход в секторе между скоростными вертикалями, если:

Значение	1 скоростная вертикаль	2 скоростная вертикаль
Средняя скорость (м/с)	0,58	0,65
Глубина (м)	4,6	5,4
Ширина сектора (м)	42	

Задача 22. Измеренный расход родника составляет 46,5 л/сек, переведите расход в м³/сек.

Задача 23. Определите требуемый объем раствора-индикатора в литрах для измерения расхода воды методом смешения, если известно, что: А) примерная водность потока составляет 50 м³/сек; Б) требуемая концентрация 0,1 кг соли на 1 литр воды; С) требуемый объем из расчета 0,5 кг соли на 1 м³/сек измеряемого расхода.

Задача 24. Найдите мутность взятой пробы (в г/м³) воды со взвешенными наносами, если ее объем 2000 мл, а вес наносов в пробе 0,1358 г.

Задача 25. Определите элементарный расход влекомых наносов на профиле, если известно, что: А) средняя высота донных гряд на профиле эхолотного промера 2,9 м; Б) среднее смещение гребней гряд за 30 дней между промерами составила 5 м; В) плотность песчано-гравийных донных отложений 2050 кг/м³; С) коэффициент формы гряд равен 0,6.

Задача 26. Рассчитать годовую сумму осадков, при коэффициенте стока, равном 0,35 и слое стока 200 мм.

Задача 27. Переведите среднегодовой слой стока, равный 150 мм, в модуль стока.

Задача 28. Определите коэффициент густоты речной сети р. Волга – г. Ярославль, если длина речной сети равна 46200 км, а площадь бассейна – 154000 км².

Задача 29. Выразить в модульных коэффициентах любую характеристику стока.

Задача 30. Рассчитайте вероятностный запас воды в снежном покрове, если известно, что: А) высота снежного покрова равна 100 см; Б) плотность снега равна 280 кг/м³.

5.2.2. Профиль «Метеорология»

Примеры практических заданий:

1. На станции N средние значения температуры воздуха в различные сроки в августе:

Срок, ч	00	03	06	09	12	15	18	22
Т°С	13,4	12,6	12,2	14,3	16,6	17,3	16,4	14,6

По представленным значениям амплитуда суточного хода составляет: а) $1,2^{\circ}\text{C}$; б) $5,1^{\circ}\text{C}$; в) $17,3^{\circ}\text{C}$.

Ответ пояснить расчётами. Для какой погоды характерна такая амплитуда суточного хода температуры воздуха?

2. Прочитать карту радиолокационных наблюдений МРЛ-5. Описать погоду в дальней зоне МРЛ АМСГ Томск (*карта прилагается*).

3. Прочитать карту радиолокационных наблюдений МРЛ-5. Описать погоду (определить вид и ярусность облачности и наличие конвективных явлений) в 30-километровой зоне МРЛ АМСГ Томск. (*карта прилагается*)

4. Две станции А и В расположены на одной высоте. Давление на одной станции $p_A=1020$ гПа, на другой $p_B=1017$ гПа. Расстояние между станциями по нормали к изобарам составляет $\Delta p=600$ км. Каково значение горизонтального барического градиента между станциями А и В: а) 1 гПа/100 км; б) $0,5$ гПа/100 км; в) $0,1$ гПа/100 км.

5. Показать датчики температуры, применяемые в аэрологическом зондировании. Описать принципы измерения температуры воздуха с помощью этих датчиков.

6. Показать датчики влажности, применяемые в аэрологическом зондировании. Описать принципы измерения влажности воздуха с помощью этих датчиков.

7. При высоте солнца 40° в результате актинометрических наблюдений были получены следующие результаты: $S=0,93$ кВт/м²; $D=0,11$ кВт/м²; $R_k=0,12$ кВт/м²; Какова величина баланса коротковолновой радиации B_k : а) $0,93$ кВт/м²; б) $0,81$ кВт/м²; в) $0,59$ кВт/м².

Ответ подтвердить расчётами.

8. Измерено: суммарная радиация $Q=0,90$ кал/(см²·мин), отражённая радиация $R_k=0,16$ кал/(см²·мин), Каково альbedo подстилающей поверхности: а) 18 %; б) 50 %; в) 90 %.

Ответ подтвердите расчётами. Для какой поверхности характерно такое альbedo. В каких единицах ещё можно выразить Q и R_k ?

11. Прочитать синоптическую карту. Описать погоду на территории.

Предлагаются варианты фрагментов карт.

12. Известно: температура у поверхности земли $T_0=3,6^{\circ}\text{C}$, на высоте 2000 м над земной поверхностью $T_z=-4,4^{\circ}\text{C}$. Каково значение вертикального градиента температуры: а) $0,4^{\circ}/100$ м; б) $1^{\circ}/100$ м; в) $1,5^{\circ}/100$ м.

13. Водяного пара в воздухе больше: а) в пустыне Сахара при $f=25\%$ и $T=40^{\circ}\text{C}$; б) над Северным Ледовитым океаном при $f=100\%$ и $T=0^{\circ}\text{C}$. Почему? Уточните по психрометрической таблице.

14. Воздушный поток движется с юго-востока на северо-запад. Направление ветра в румбах и в градусах составит: а) СЗ (315°); б) ЮВ (135°); в) ЮЮВ. Пояснить на рисунке.

15. При каком местном ветре наблюдается нарушение в суточном ходе относительной влажности воздуха летом: относительная влажность растёт днём и понижается ночью: а) горно-долинном; б) фёне; в) бора; г) бризе. Почему?

16. Измерено на станции УМС Томский госуниверситет $P_{ст}=995,0$ гПа, $T=-4^{\circ}\text{C}$; $e=3,9$ гПа. Высота барометра над ур. моря 120 м, $\phi=56^{\circ}26'$ с.ш. Каково давление на уровне моря: а) 1012,7 гПа; б) 1030,1 гПа; в) 990,0 гПа.

18. Измеренное количество жидких осадков составило 5 делений измерительного стакана. Каково количество выпавших осадков в мм: а) 0,7 мм; б) 0,5 мм; в) 5 мм. Ответ пояснить расчётом.

19. Частица адиабатически опускается на 2 км, как при этом изменяется её потенциальная температура: а) возрастает, б) убывает, в) не меняется?

20. Показать радиозонд МРЗ, которым осуществляется аэрологическое зондирование атмосферы над территорией РФ. Какими датчиками оснащены радиозонды такого типа, показать датчики и рассказать принцип их действия

22. Показать блоки, применяемые в аэрологическом зондировании для измерения давления воздуха. Описать принципы измерения давления воздуха с помощью этих датчиков.

6. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, РАЗРЕШЕННОЙ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ НА ГОСУДАРСТВЕННОМ ЭКЗАМЕНЕ:

Профиль «Гидрология»

1. Карта изолиний «Годового стока рек СССР» (Приложение 1 Лист 1)
2. Карта изолиний «Коэффициента вариации годового стока рек СССР» (Приложение 2 Лист 2)

Профиль «Метеорология»

1. Атлас теплового баланса / Под ред. проф. М. И. Будыко; Междуведомственный геофизический комитет при Президиуме Академии наук СССР. Глав. геофиз. обсерватория им. А. И. Воейкова. – Москва: , 1963. – 69 с.
2. Беспалов Д.П., Матвеев Л.Т., Козлов В.Н., Наумова Л.И. Психрометрические таблицы. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1981. – 271 с.
3. Горбатенко В.П., Слуцкий В.И., Бычкова Л.Н. Метеорологический локатор МРЛ-5: производство наблюдений. Диагноз и прогноз опасных явлений погоды: Учебное пособие. – Томск: Изд-во «ТМЛ-Пресс», 2007. – 120 с.
4. Рыбакова Ж.В., Блинкова В.Г. Учебное пособие по решению задач в курсах «Физическая метеорология» и «Общая физика» (отдельные разделы). – Томск: Издательский Дом ТГУ, 2015. – 288 с.
5. Сморкалова А.Г. Практикум по курсу «Динамическая метеорология». – Томск: Изд-во Том. Ун-та, 1988. – 124 с.
6. Севастьянова Л.М., Ахметшина А.С. Методы краткосрочных прогнозов погоды общего назначения: учеб. пособие. – Томск: Изд-во «Курсив», 2011. – 266 с.
7. Севастьянова Л.М. Краткосрочные прогнозы погоды: учеб. пособие. – Томск: Изд. дом «СКК-Пресс», 2006. – 166 с.
8. Севастьянов Л.М. Обработка метеорологических наблюдений на учебной метеорологической станции. Учебно-методическое пособие. – Томск: ТГУ, 1999. – 22 с.

7. ТЕМАТИКА ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ

Профиль «Гидрология»

1. Анализ горизонтальных русловых переформирований на участке «Барабинка - Курлек» реки Томи
2. Влияние засухи 2012 года на условия формирования стока ручья Коровинского
3. Внутригодовое распределение стока отдельных рек бассейна реки Обь
4. Внутригодовое распределение стока рек бассейна реки Томи
5. Внутригодовое распределение стока рек бассейна Чумыша
6. Внутригодовое распределение стока реки Васюган и ее притоков с учетом изменения климата
7. Водно-термический режим олиготрофного болота (болото «Газопроводное»)
8. Водный баланс бассейна реки Алей – город Рубцовск за период с 1955 по 1981 годы
9. Выявление гидроморфологической связи излучин малых рек бассейна Томи
10. Гидрологический режим и руслоформирующие расходы реки Чарыш
11. Гидрометеорологические факторы образования заторных явлений нижнего течения р. Томи
12. Годовой сток рек бассейна реки Чая
13. Годовой сток рек Восточного склона Кузнецкого Алатау (Республика Хакасия)
14. Годовой сток рек правобережья бассейна Средней Оби (в пределах Томской области)
15. Динамика элементов водного баланса лесостепной зоны Западной Сибири
16. Исследование снежного покрова в различных ландшафтах южной тайги Томь-Яйского междуречья (на примере полустационара «Лучаново»)
17. Количественные показатели разветвленного русла реки Томи в нижнем течении
18. Ледовый режим в створах р. Обь – пос. Победа, р. Томь – с. Козюлино и р. Томь – с. Поломошное
19. Максимальный сток весеннего половодья реки Абакан и её притоков
20. Максимальный сток дождевых паводков рек бассейна реки Абакан
21. Математическая модель гидрографа весеннего половодья заболоченной реки (на примере р. Васюган – п. Майск)
22. Математическое моделирование гидрографа весеннего половодья водосбора реки Порос – пос. Зоркальцево
23. Математическое моделирование гидрографа весеннего половодья заболоченного водосбора реки Ключ – пос. Польшанка
24. Математическое моделирование гидрографа весеннего половодья р. Икса – с. Плотниково
25. Математическое моделирование гидрографа весеннего половодья р. Порос
26. Математическое моделирование гидрографа весеннего половодья реки Ключ – пос. Польшанка
27. Минимальный зимний сток бассейна реки Абакан
28. Минимальный зимний сток рек бассейна реки Чая
29. Моделирование плана течений при заторах на реке Томи у города Томска
30. Наледи горно-ледниковых долин Алтая и их гидрологическое значение

31. Норма годового стока рек Саянской горной области
32. Норма и пространственно-временная изменчивость стока реки Алей за период наблюдений с 1954 по 2010 гг.
33. Определение параметра ландшафтных условий в методе гидроклиматических расчетов для бассейнов рек Бакчарского района
34. Особенности водного режима рек бассейна р.Чая
35. Оценка потенциального смыва почв талыми водами в агроландшафтах на Томь-Яйском междуречье (на примере данных стационара «Лучаново»)
36. Оценка пространственно-временных изменений максимального стока рек Салаира и Кузнецкого Алатау
37. Оценка ресурсов речного стока бассейна реки Макензи
38. Оценка ресурсов речного стока бассейна реки Юкон
39. Плановые деформации русел рек Томской области
40. Прогноз годового стока р. Томь – г. Томск и р. Томь – г. Новокузнецк в рамках теории стационарных функций и систем линейных уравнений
41. Пространственный анализ элементов водного баланса на территории Тюменской и Омской областей
42. Пространственный анализ элементов водного баланса на юго-востоке Западной Сибири
43. Расчёт водного баланса руч. Корольковского с суточным разрешением
44. Расчет гидрографа весеннего половодья р. Икса – с. Плотниково с 1975-2000 гг.
45. Расчет гидрографа весеннего половодья р. Ключ – с. Польшанка
46. Расчет испарения с верховых болот центральной части Обь-Иртышского междуречья (на примере бассейнов рек Гавриловка и Ключ)
47. Расчет максимального стока рек Обь-Томского междуречья
48. Расчет максимальных расходов воды рек бассейна реки Томи
49. Расчет объема половодья реки Ключ – с. Польшанка
50. Расчет основных гидрологических характеристик р.Тым
51. Расчет основных гидрологических характеристик реки Джебаш
52. Расчет таяния и прочности ледового покрова на р. Томь – г. Томск
53. Реакция оледенения и ледникового стока на возможные изменения климата (на примере Катунского хребта)
54. Режим годового стока рек бассейна Абакана
55. Режим затопления поймы Средней Оби
56. Режим стока рек бассейна Кондомы
57. Русловая изменчивость реки Чулым (участок от впадения реки Кия до пос. Красный завод)
58. Сток взвешенных наносов реки Актру и его многолетние изменения
59. Уровненный режим малых рек Томь-Яйского междуречья
60. Факторы формирования стока в бассейне реки Надым
61. Формирование стока рек с ледниковым питанием в условиях деградации оледенения
62. Химический состав речных вод Томской области (по главным компонентам)

Профиль «Метеорология»

1. Атмосферные явления, ухудшающие видимость на аэродроме Томск.
2. Возобновляемые энергетические ресурсы Республики Хакасия.
3. Волны тепла в теплый период в г. Томске.
4. Высота нижней границы облачности на аэродроме Томск.
5. Годовой ход составляющих радиационного баланса на метеостанции Тунка.
6. Динамика засух на территории Западной Сибири.
7. Изменение влагосодержания атмосферы Западной Сибири в последние десятилетия.
8. Изменение влажности почвы в зависимости от характеристик ландшафта.
9. Исследование динамики температуры почвы по данным натуральных наблюдений с высоким временным разрешением.
10. Климатические особенности циркуляционного сезона «лето» на юго-востоке Западной Сибири в XXI веке.
11. Мезомасштабные конвективные комплексы в теплый период над Западной Сибирью.
12. Метели Западной Сибири.
13. Метеорологические и синоптические условия турбулентности в районе аэродрома Томск.
14. Обледенение в районе аэродрома Томск.
15. Опасные явления на территории Томской области.
16. Опасные явления на юге Западной Сибири.
17. Опасные явления при полёте в зонах атмосферных фронтов.
18. Орографические особенности формирования конвективных кластеров на примере урочища Сохочул (Шира).
19. Осадки зимнего периода в районе Томска.
20. Оценка ветрового режима Новосибирской области.
21. Оценка ветроэнергетического потенциала Томской области.
22. Оценка общего загрязнения атмосферы г. Томска.
23. Периоды наличия и отсутствия осадков и их характеристика для Томска.
24. Пороговые значения индексов неустойчивости атмосферы при грозах.
25. Регистрация разрядов молний.
26. Режим солнечной радиации в степной зоне Западной Сибири.
27. Режим увлажнения в вегетационный период на территории Западной Сибири.
28. Современные изменения климатических условий в Кемеровской области.
29. Согласованность в изменчивости приземной температуры в Алтайском регионе.
30. Содержание озона в атмосфере в районе Томска в 2012 году.
31. Сравнение поведения Сибирского антициклона в разные циркуляционные эпохи.
32. Температурный режим в вегетационный период в Западной Сибири (заморозки).
33. Температурный режим многолетнемерзлых грунтов Тункинской котловины.
34. Термический режим свободной атмосферы по трассам восточного направления из аэропорта Томск.

35. Туман в районе Томска и распределение температуры воздуха в пограничном слое.
36. Условия погоды различной степени сложности на аэродроме Томск.
37. Характеристика ветрового режима Томской области.
38. Характеристики конвективно-неустойчивого слоя в дни с градом.
39. Характеристики периода снеготаяния для территории Западной Сибири.
40. Характеристики свободной атмосферы в дни со смерчем.
41. Энергетика атмосферы в аномально теплые периоды 2012 и 2016 годов.

8. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Государственные аттестационные испытания проводятся в сроки, установленные календарным учебным графиком соответствующей ООП/ОПОП.

К ГИА допускается обучающийся, не имеющий академической задолженности и в полном объеме выполнивший учебный план или индивидуальный учебный план по соответствующей ООП/ОПОП приказом ректора НИ ТГУ по представлению декана факультета / директора института / директора САЕ до начала процедуры ГИА по календарному учебному графику.

Плата за прохождение ГИА с обучающихся не взимается.

В НИ ТГУ предусмотрены следующие виды государственных аттестационных испытаний (в соответствии с ФГОС ВО/СУОС НИ ТГУ):

- подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена по направлению (если государственный экзамен включен в состав ГИА);
- подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы / выполнение и защита выпускной квалификационной работы.

Для проведения ГИА в Университете создаются государственные экзаменационные комиссии (ГЭК), которые состоят из председателя и не менее 4 членов указанной комиссии.

Члены ГЭК являются ведущими специалистами – представителями работодателей или их объединений в соответствующей отрасли профессиональной деятельности и (или) лицами, которые относятся к профессорско-преподавательскому составу НИ ТГУ и (или) к научным работникам НИ ТГУ и (или) иных организаций и имеют ученое название и (или) ученую степень.

Доля лиц, являющихся ведущими специалистами – представителями работодателей или их объединений в соответствующей отрасли профессиональной деятельности (включая председателя ГЭК), в общем числе лиц, входящих в состав ГЭК, должна составлять не менее 50 процентов.

Заседания комиссий правомочны, если в них участвуют не менее двух третей от числа лиц, входящих в их состав. Заседания комиссий проводят их председатели. Решения комиссий принимаются большинством голосов от числа лиц, входящих в их состав и участвующих в заседании. При равном числе голосов председатель обладает правом решающего голоса.

Решения, принятые комиссиями, оформляются протоколами. В протоколе заседания ГЭК по приему государственного аттестационного испытания отражаются

перечень заданных обучающемуся вопросов и краткая характеристика ответов на них.

Для обучающихся из числа инвалидов ГИА проводится в ТГУ с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья (согласно п.9 Порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам бакалавриата, специалитета, магистратуры в НИ ТГУ).

Во время проведения ГИА запрещается иметь при себе и использовать средства связи. Допускается использование ГЭК средств видеоконференц-связи (Skype) при проведении ГИА по совместным ООП.

Успешное прохождение испытаний ГИА оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».

При условии успешного прохождения всех установленных видов итоговых испытания, выпускнику присваивается квалификация «Бакалавр» и выдается диплом государственного образца о высшем образовании.

По результатам государственного экзамена и защиты ВКР обучающийся имеет право на апелляцию. Он может подать в апелляционную комиссию по правилам, установленным в п.11 Порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам бакалавриата, специалитета, магистратуры в НИ ТГУ.

Результаты государственного аттестационного испытания, проводимого в устной форме, объявляются в день его проведения, проводимого в письменной форме – на следующий рабочий день после дня его проведения.

Результаты государственных аттестационных испытаний определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Обучающемуся, успешно прошедшему все установленные виды государственных аттестационных испытаний, входящих в ГИА, выдается диплом государственного образца, установленного Министерством образования и науки Российской Федерации.

Обучающиеся, не прошедшие ГИА в связи с неявкой на государственное аттестационное испытание по уважительной причине (временная нетрудоспособность, исполнение общественных или государственных обязанностей, вызов в суд, транспортные проблемы (отмена рейса, отсутствие билетов), погодные условия, смерть близкого родственника) вправе пройти ее в течение 6 месяцев после завершения ГИА. Обучающийся должен представить в НИ ТГУ документ, подтверждающий причину его отсутствия.

Обучающийся, не прошедший одно государственное аттестационное испытание по уважительной причине, допускается к сдаче следующего государственного аттестационного испытания (при его наличии).

Обучающиеся, не прошедшие государственное аттестационное испытание в связи с неявкой на него по неуважительной причине или в связи с получением оценки «неудовлетворительно», а также обучающиеся, не прошедшие государственное аттестационное испытание в установленный для них срок (в связи с неявкой на государственное аттестационное испытание или получением оценки «неудовлетворительно»), отчисляются из НИ ТГУ с выдачей справки об обучении как не выполнив-

шие обязанностей по добросовестному освоению ООП и выполнению учебного плана.

Лицо, не прошедшее ГИА, может повторно пройти ГИА не ранее чем через 10 месяцев и не позднее чем через пять лет после срока проведения ГИА, которая ими не пройдена. Указанные лица могут повторно пройти ГИА не более 2-х раз.

Для повторного прохождения ГИА указанное лицо по его заявлению восстанавливается в НИ ТГУ на период времени, предусмотренный календарным учебным графиком для ГИА по соответствующей ООП.

8.1. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

Государственный экзамен проводится на заключительном этапе учебного процесса до защиты выпускной квалификационной работы.

Перед государственным экзаменом проводится консультирование обучающихся по вопросам, включенным в программу государственного экзамена (далее – предэкзаменационная консультация).

Государственный комплексный экзамен проводится на открытом заседании ГЭК. Государственный экзамен проводится на том языке, на котором была реализована ООП.

При проведении устного экзамена экзаменуемому предоставляется 1 час для подготовки ответа. На вопросы билета студент отвечает публично. Члены ГЭК вправе задавать дополнительные вопросы с целью выявления глубины знаний студентов по рассматриваемым темам. Продолжительность устного ответа на вопросы билета не должна превышать 30 минут.

В процессе подготовки к ответу экзаменуемому разрешается пользоваться данной Программой и литературой, перечень которой указывается в пункте 7 данной Программы.

Экзаменационные билеты государственного экзамена разрабатываются выпускающей кафедрой и утверждаются руководителем ООП и начальником учебного управления.

Каждый экзаменационный билет, как правило, содержит два вопроса для проверки уровня теоретических знаний и 1-2 задания для проверки умений обучающихся применять теоретические знания на практике.

Число билетов государственного экзамена зависит от численности группы, сдающей экзамен (минимальное количество – 30).

Для подготовки к ответу при использовании билетов на государственном экзамене обучающемуся предоставляется не менее 40 минут.

Допускается одновременная подготовка к ответу не более 5 человек, включая отвечающего. Продолжительность ответа одного обучающегося во время проведения государственного экзамена должна составлять не более 30 минут.

8.2. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ ЗАЩИТЫ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Перечень тем ВКР, предлагаемых обучающимся, утверждается на заседании совета факультета и доводится до сведения обучающихся не позднее, чем за 6 месяцев до начала ГИА.

По письменному заявлению обучающегося руководитель ООП может в установленном порядке предоставить обучающемуся (обучающимся) возможность подготовки и защиты ВКР по теме, предложенной обучающимся (обучающимися), в случае обоснованности целесообразности ее разработки для практического применения в соответствующей области профессиональной деятельности или на конкретном объекте профессиональной деятельности.

ВКР для квалификации (степени) «бакалавр» выполняется в форме выпускной квалификационной работы бакалавра.

Для подготовки ВКР за обучающимся распоряжением декана факультета закрепляется руководитель ВКР из числа научно-педагогических работников НИ ТГУ и при необходимости консультант.

Выполнение ВКР осуществляется обучающимся в соответствии с заданием, конкретизирующим объем и содержание ВКР. Задание выдается обучающемуся руководителем.

После завершения подготовки обучающимся ВКР руководитель ВКР представляет на кафедру письменный отзыв о работе обучающегося в период подготовки ВКР.

Тексты ВКР размещаются институтом в электронно-библиотечной системе вуза и проверяются на объём заимствования.

Секретарь ГЭК обеспечивает ознакомление обучающегося с отзывом и рецензией (рецензиями) не позднее, чем за 5 календарных дней до дня защиты ВКР.

Допуск к защите ВКР осуществляется решением руководителя ООП не позднее, чем за 3 дня до защиты. ВКР может быть допущена к защите при отрицательных отзывах руководителя на основании решения выпускающей кафедры, принятого с участием руководителя и автора работы.

ВКР и отзыв передаются в ГЭК не позднее, чем за 2 календарных дня до дня защиты указанной работы. К работе может быть приложен акт о внедрении результатов ВКР.

Защита выпускной квалификационной работы проводится не ранее, чем через 7 дней после государственного экзамена.

Защита ВКР проводится на открытом заседании ГЭК.

В процессе защиты ВКР обучающийся:

- делает сообщение об основных результатах своей работы (продолжительностью, как правило, 7-8 минут – обучающиеся по программам бакалавриата);
- отвечает на вопросы членов ГЭК по существу работы (как правило, не более 10 минут);
- отвечает на замечания руководителей и рецензентов (как правило, не более 5 минут).

Решения ГЭК по оцениванию ВКР принимаются на закрытых заседаниях большинством голосов членов ГЭК, участвующих в заседании, при обязательном присутствии председателя комиссии. При равном числе голосов председатель комиссии обладает правом решающего голоса.

Члены ГЭК вправе дополнительно рекомендовать материалы ВКР к опубликованию, результаты – к внедрению, а обучающегося – к поступлению на обучение

на следующей ступени высшего образования по соответствующему направлению подготовки.

Защита ВКР осуществляется на том языке, на котором обучающийся прошел обучение по данной ООП.

За достоверность результатов, представленных в ВКР, несет ответственность обучающийся – автор ВКР.

При защите ВКР выпускники должны, опираясь на полученные знания, умения и навыки, показать способность самостоятельно решать задачи профессиональной деятельности, излагать информацию, аргументировать и защищать свою точку зрения.

9. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ НА ГОСУДАРСТВЕННОМ ЭКЗАМЕНЕ И НА ЗАЩИТЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

9.1 КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ НА ГОСУДАРСТВЕННОМ ЭКЗАМЕНЕ

Оценка «Отлично» выставляется обучающемуся, усвоившему программный материал, исчерпывающе, грамотно и логически стройно его излагающему, в свете которого тесно увязывается теория с практикой. При этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с вопросами и другими видами контроля знаний, проявляет знакомство с монографической литературой, правильно обосновывает принятые решения, делает собственные выводы по итогам написания выпускной квалификационной работы.

Оценка «Хорошо» выставляется обучающемуся, твердо знающему программный материал, грамотно и по существу излагающего его, который не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов.

Оценка «Удовлетворительно» выставляется обучающемуся, который имеет знания только основного материала, но не усвоил его детали, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении программного материала и испытывает трудности в выполнении практических заданий.

Оценка «Неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не усвоил значительной части программного материала, допускает существенные ошибки.

9.2 КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ НА ЗАЩИТЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Оценка «Отлично» выставляется, если:

- ВКР выполнена в соответствии с целевой установкой, отвечает предъявляемым требованиям и оформлена в соответствии со стандартом;
- выступление на защите структурировано, раскрыты причины выбора и актуальность темы, цель и задачи работы, предмет, объект и

хронологические рамки исследования, логика вывода каждого наиболее значимого вывода;

- в заключительной части доклада показаны перспективы и задачи дальнейшего исследования данной темы, освещены вопросы дальнейшего применения и внедрения результатов исследования в практику;
- длительность выступления соответствует регламенту;
- отзыв руководителя на ВКР не содержит замечаний;
- ответы на вопросы членов ГЭК логичны, раскрывают суть вопроса, подкрепляются положениями монографических источников и нормативно-правовых актов, выводами и расчетами из ВКР, показывают самостоятельность и глубину изучения проблемы;
- широкое применение информационных технологий, как в самой ВКР, так и во время выступления.

Оценка «Хорошо» выставляется, если:

- ВКР выполнена в соответствии с целевой установкой, отвечает предъявляемым требованиям и оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к ней;
- выступление на защите ВКР структурировано, допускается одна-две неточности при раскрытии причин выбора и актуальности темы, целей и задач работы, предмета, объекта и хронологических рамок исследования, допускается погрешность в логике вывода одного из наиболее значимых выводов, которая устраняется в ходе дополнительных уточняющих вопросов;
- в заключительной части доклада недостаточно отражены перспективы и задачи дальнейшего исследования данной темы, вопросы дальнейшего применения и внедрения результатов исследования в практику;
- длительность выступления соответствует регламенту;
- отзыв руководителя на ВКР не содержит замечаний или имеет незначительные замечания;
- в ответах на вопросы членов ГЭК допущено нарушение логики, но, в целом, раскрыта суть вопроса, тезисы выступающего подкрепляются положениями нормативно-правовых актов, выводами и расчетами из ВКР, показывают самостоятельность и глубину изучения проблемы;
- ограниченное применение информационных технологий, как в самой ВКР, так и во время выступления.

Оценка «Удовлетворительно» выставляется, если:

- ВКР выполнена в соответствии с целевой установкой, но не в полной мере отвечает предъявляемым требованиям, в том числе по оформлению в соответствии со стандартом;
- выступление на защите ВКР структурировано, но допускаются неточности при раскрытии причин выбора и актуальности темы, целей и задач работы,

предмета, объекта и хронологических рамок исследования, допущена грубая погрешность в логике вывода одного из наиболее значимых выводов, которая при указании на нее, устраняется с трудом;

- в заключительной части доклада недостаточно отражены перспективы и задачи дальнейшего исследования данной темы, вопросы дальнейшего применения и внедрения результатов исследования в практику;
- длительность выступления превышает регламент;
- отзыв руководителя на ВКР содержит замечания и перечень недостатков, которые не позволили студенту полностью раскрыть тему;
- ответы на вопросы членов ГЭК не раскрывают до конца сущности вопроса, слабо подкрепляются положениями монографических источников и нормативно-правовых актов, выводами и расчетами из ВКР, показывают недостаточную самостоятельность и глубину изучения проблемы;
- недостаточное применение информационных технологий, как в самой ВКР, так и во время выступления;
- в процессе защиты ВКР студент продемонстрировал понимание содержания ошибок, допущенных им при ее выполнении.

Оценка «Неудовлетворительно» выставляется, если:

- ВКР выполнена с нарушением целевой установки, не отвечает предъявляемым требованиям, в оформлении имеются отступления от стандарта;
- выступление студента на защите не структурировано, не достаточно раскрываются причины выбора и актуальность темы, цели и задачи работы, предмет, объект и хронологические рамки исследования, допускаются грубые погрешности в логике вывода нескольких из наиболее значимых выводов, которые, при указании на них, не устраняются;
- в заключительной части доклада не отражаются перспективы и задачи дальнейшего исследования данной темы, вопросы дальнейшего применения и внедрения результатов исследования в практику;
- длительность выступления значительно превышает регламент;
- отзыв руководителя на ВКР содержит аргументированный вывод о несоответствии работы требованиям образовательного стандарта;
- ответы на вопросы членов ГЭК не раскрывают сущности вопроса, не подкрепляются положениями нормативно-правовых актов, выводами и расчетами из ВКР, показывают отсутствие самостоятельности и глубины изучения проблемы студентом;
- информационные технологии не применяются в ВКР, а также при докладе;
- в процессе защиты ВКР студент демонстрирует непонимание содержания ошибок, допущенных им при ее выполнении.