

Программа дисциплины «Гидрологические прогнозы»

Авторы: доц. В.А.Жук, проф. Н.Л.Фролова

Цель освоения дисциплины: Подготовка специалистов в области прогнозирования водного и ледового режима водных объектов - важнейшего резерва повышения эффективности управления водными ресурсами.

Задачи:

- формирование у студентов необходимых знаний об организации службы гидрологических прогнозов в Российской Федерации, формах выпускаемых прогнозов и оценке их оправдываемости, содержании гидрологической информации и прогнозов, передаваемых заинтересованным организациям;
- о физических основах методов гидрологических прогнозов - закономерностях движения речного потока, условиях формирования стока на водосборе, процессах инфильтрации, испарения, снеготаяния, ледообразования и разрушения ледяного покрова на реках, озерах и водохранилищах в различных физико-географических зонах России;
- о методиках долгосрочных и краткосрочных прогнозов водного и ледового режима равнинных и горных рек, прогнозов опасных гидрологических явлений, прогнозов стока в условиях значительных изменения климата, искусственного регулирования стока и других средств антропогенного влияния на водные объекты, прогнозов гидрологических явлений на основе математических моделей;
- о формировании необходимых для оперативного гидрологического прогнозирования информационных баз гидрометеорологических наблюдений, картографических материалов, данных дистанционного зондирования исследуемых водосборов и водных объектов.

Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Гидрологические прогнозы» входит в вариативную часть ИБ интегрированный магистр МГУ, в учебный план бакалавриата, направление - 021600 Гидрометеорология, профиль подготовки - гидрология, модуль «Гидрологические расчеты и прогнозы», профессиональный блок. Преподается в 7,8 семестрах 4 курса.

Дисциплина «Гидрологические прогнозы» знакомит студентов с факторами и механизмами формирования речного стока и ледовых явлений на водных объектах различных природных зон. Детально рассматриваются методы краткосрочного и долгосрочного прогнозирования основных гидрологических явлений на равнинных и горных реках. Для усвоения данной дисциплины должны быть освоены следующие курсы «Гидрология рек», «Климатология с основами метеорологии», «Гидрогеология», «Гидравлика и основы гидротехники», «Динамика русловых потоков», «Гидрофизика». При численной реализации большинства прогнозных методик широко используются сведения из группы дисциплин математического цикла: численные методы анализа, дифференциальные уравнения, методы оптимизации, теория вероятностей и математическая статистика, программирование.

Курс «Гидрологические прогнозы» - один из заключительных в обучении на факультете и знания, полученные студентами, могут быть использованы при подготовке дипломной работы.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: основные закономерности явлений и процессов, протекающих в речных системах; физические основы формирования и динамику важнейших характеристик водного и ледового режима водных объектов в районах с различными природными условиями; современные методики краткосрочных и долгосрочных гидрологических прогнозов; основы математического и компьютерного моделирования; методы и средства измерений гидрометеорологических элементов – контактные, дистанционные и с помощью искусственных спутников Земли; основные приемы оценки влияния хозяйственной деятельности на гидрологический режим речных водосборов; тенденции

развития прогнозов и информационного обеспечения в области гидрометеорологии; современные проблемы оперативной гидрологии;

Уметь: самостоятельно выбрать и использовать в работе методики прогноза элементов гидрологического режима, исходя из природных условий водосбора и имеющихся данных наблюдений; выполнять работы по практическому составлению прогнозов различных гидрологических характеристик для конкретных водных объектов, оценивать оправданность отдельных прогнозов и эффективность используемой методики прогноза; применять полученные знания при анализе результатов прогнозирования.

Владеть: методами сбора, систематизации, первичной обработки и обобщения режимной гидрометеорологической информации, литературных и картографических источников; создания стандартных и специализированных (на основе ГИС) баз данных и использования существующих фондов научно-оперативных материалов; методами построения количественных прогнозных зависимостей; навыками использования современных компьютерных программных средств для составления краткосрочных и долгосрочных прогнозов элементов стока и ледовых явлений; методиками обеспечения гидрологическими прогнозами заинтересованных организаций.

Содержание

Раздел 1. Введение.

Тема 1. Научно-методические основы гидрологических прогнозов. Задачи, содержание, предмет гидрологических прогнозов. Понятия о методе, методике и заблаговременности гидрологических прогнозов. Связь между гидрологическими и метеорологическими прогнозами. Современная организация службы гидрологических прогнозов в РФ. Информационная сеть станций и постов. Сбор, передача, обработка и хранение оперативной гидрологической информации. Фонд научно-оперативных материалов по гидрологическим прогнозам. Банки гидрометеорологических данных. Международный опыт в области гидрологического прогнозирования.

Тема 2. Классификация прогнозов и оценка эффективности методик гидрологических прогнозов. Виды, классификация и оценка качества гидрологических прогнозов. Классификация прогнозов по характеру прогнозируемой величины, по заблаговременности, по закономерностям, используемым при составлении прогноза.

Основные требования к гидрологическим прогнозам. Погрешность и оправданность прогнозов. Статистические оценки точности и эффективности методик гидрологических прогнозов с учетом их заблаговременности. Формы выпуска и реализации гидрологических прогнозов. Форма представления потребителям информационно-прогностической продукции. Информационные бюллетени, их содержание и форма. Автоматизированные системы оповещения об опасных гидрологических явлениях.

Раздел 2. Долгосрочные прогнозы элементов водного режима озер и водохранилищ.

Тема 3. Локальные и территориальные прогнозы характеристик весеннего половодья равнинных рек. Физические основы прогноза элементов весеннего половодья. Общие закономерности и факторы формирования весеннего стока. Уравнение водного баланса речного стока за весенний период. Физико-географические условия и основные гидрометеорологические факторы, влияющие на пространственную и временную изменчивость весеннего стока. Оценка запасов воды в снежном покрове и количества осадков за период половодья. Определение максимальных запасов воды в снежном покрове и ледяной корке на поверхности почвы перед половодьем. Снегомерные съемки. Дистанционные методы. Интегральная кривая распределения максимальных снегозапасов. Объективный анализ полей характеристик снежного покрова.

Формирование потерь талого стока и их прогнозирование. Потери воды на испарение, инфильтрацию и поверхностное задержание. Определение показателей

водопоглотительной способности речных бассейнов. Глубина промерзания и влажность почвы. Приближенные способы вычисления запаса влаги в почве к началу зимы и весеннего снеготаяния. Факторы инфильтрации воды в мерзлую и талую почву. Прогнозы потерь стока за период весеннего половодья.

Общий вид зависимости для прогнозирования стока за половодье. Особенности методики прогнозов весеннего стока в различных географических зонах. Прогноз притока воды в водохранилища за период половодья, квартального и месячного стока. Методика долгосрочных прогнозов максимальных расходов (уровней) воды рек за период половодья. Фоновые территориальные прогнозы слоя весеннего стока.

Тема 4. Прогнозы элементов водного режима рек в летне-осенний и зимний периоды.

Факторы формирования стока за летне-осенний период. Долгосрочные прогнозы летнего и осеннего стока. Прогнозы стока за отдельные периоды межени. Прогноз летнего и осеннего стока на месяц по данным о предшествующих расходах воды, запасах воды в руслах рек, осадках и влажности почвы. Долгосрочные прогнозы зимнего стока. Прогнозирование зимнего стока на основе закономерностей истощения запасов русловых и грунтовых вод.

Тема 5. Прогнозы стока горных рек.

Физические основы долгосрочных прогнозов элементов стока горного водосбора.

Особенности формирования стока горных рек. Уравнение баланса стока горной реки. Оценка его составляющих. Определение физико-географических характеристик, необходимых для разработки методики прогнозов стока горных рек. Особенности поступления и распределения атмосферных осадков по площади и высоте в горном бассейне. Методы оценки снегонакопления и схода снежного покрова на горном водосборе. Практические приемы долгосрочных прогнозов стока за вегетационный период и его распределения во времени. Прогноз расходов по модели формирования стока в горном бассейне.

Тема 6. Прогнозы уровня озер и водохранилищ.

Физические основы прогноза уровней озер и водохранилищ. Водный баланс озер и водохранилищ. Прогноз уровня воды бессточного озера. Прогноз уровня проточного озера и водохранилища.

Тема 7. Прогнозы уровней подземных вод и подземного стока.

Условия формирования подземного стока рек. Питание и режим подземных вод. Водный баланс почвогрунтов. Физико-статистические методы прогнозов подземного стока и уровня подземных вод. Прогнозы изменения уровня подземных вод по динамической модели.

Раздел 3. Прогноз ледовых явлений на реках, озерах и водохранилищах.

Тема 8. Прогнозы ледовых явлений, основанные на уравнении теплового баланса рек, озер и водохранилищ. Физический анализ процессов замерзания водных объектов. Краткосрочные прогнозы начала ледообразования на участках рек, озер и водохранилищ по метеорологическим данным. Прогнозы дат установления ледостава на реках, озерах и водохранилищах. Факторы, определяющие нарастание ледяного покрова и прогнозы толщины льда. Факторы, определяющие вскрытие водных объектов. Прогнозы уменьшения прочности и толщины льда. Краткосрочные и среднесрочные прогнозы вскрытия рек. Прогноз заторов и заторных уровней.

Тема 9. Долгосрочные прогнозы ледовых явлений, основанные на учете закономерностей атмосферной циркуляции.

Прогнозы замерзания рек, озер и водохранилищ. Физические предпосылки долгосрочных прогнозов ледовых явлений. Синоптические процессы, определяющие ранние или поздние сроки наступления ледовых явлений. Выбор эффективных предикторов. Долгосрочные прогнозы замерзания водных объектов. Прогнозы вскрытия рек, озер и водохранилищ. Прогнозы сроков разрушения ледяного покрова и очищения

ото льда озер и водохранилищ.

Раздел 4. Краткосрочные прогнозы водного режима рек

Тема 10. Прогнозы водного режима рек, основанные на закономерностях движения речного потока.

Теория движения паводочной волны и метод соответственных уровней. Прогнозы расходов и уровней воды, основанные на закономерностях движения паводочной волны на участках русла и в речной системе. Метод соответственных уровней. Линейные модели трансформации для бесприточных и приточных участков. Нелинейные модели трансформации паводочных волн. Использование приближенных моделей трансформации паводочных волн в краткосрочных прогнозах расходов (уровней) воды. Практические приемы прогноза расходов (уровней) воды с использованием уравнения трансформации волны. Задание входных данных, учет начальных условий. Построение кривой объемов для участка реки и расчет расходов по ней. Способы определения кривых добега. Учет распластывания паводка по методу Калинина-Милюкова и методу Маскингам.

Тема 11. Прогнозы стока, основанные на данных о запасах воды в речной сети и притоке воды в нее.

Оценка русловых запасов на приточных и малоприточных участках реки и в речной сети бассейна по гидрометрическим данным и на основе закономерностей строения речной сети. Определение притока воды в речную сеть. Прогноз расходов воды по запасам воды в русловой сети и боковому притоку. Экстрополяция хода уровней и расходов воды. Способы линейной и нелинейной тенденции. Типовая кривая спада. Прогнозы уровней и расходов воды по методу тенденций и по кривым спада.

Тема 12. Прогнозы дождевых паводков по данным об осадках и притоку воды в речную сеть.

Современные представления о механизме формирования дождевого стока.

Закономерности формирования дождевого стока. Зональные и локальные особенности формирования дождевых паводков. Определение поступления воды на поверхность водосбора. Генетическая формула дождевого стока. Приближенная теория склонового стока. Метод единичного паводка. Оценка потерь дождевых вод на смачивание растительного покрова, поверхностное задержание и впитывание в почву.

Разработка локальных и территориально общих методик прогнозирования паводков (объемов, максимальных уровней и расходов, гидрографов). Практические способы прогнозирования дождевого стока по данным об осадках и притоке воды в речную сеть.

Тема 13. Прогноз расходов воды на основе математических моделей формирования стока на водосборе.

Модель формирования талого, дождевого и тало-дождевого стока равнинных рек (модель ГМЦ). Определение параметров модели. Краткосрочные прогнозы расходов и уровней воды на основе модели и их корректировка.

Тема 14. Особые виды прогнозов.

Прогнозирование опасных явлений, связанных с водными объектами суши. Прогнозы высоких наводнений в период весеннего половодья на равнинных реках. Заторные и зажорные наводнения. Прогноз продолжительности стояния критических уровней воды и сроков освобождения от воды отдельных участков поймы. Прогноз зимних наводнений при оттепелях. Прогноз быстро формирующихся дождевых паводков. Методики прогнозирования максимальных паводочных, заторных и зажорных уровней воды. Наводнения, связанные с прохождением селевых паводков на горных реках. Прогноз уровня воды, лимитирующего судоходство.

Тема 15. Заключение

Пути повышения эффективности методик гидрологических прогнозов. Задачи и перспективы гидрологических прогнозов. Итоги курса.

Рекомендуемая литература

Основная:

Бузин В.А. Опасные гидрологические явления. СПб.: Изд-во РГГМУ, 2008.

Георгиевский Ю.М., Шаночкин С.В. Гидрологические прогнозы. Сю-Пб.: РГГМУ, 2007.

Кучмент Л.С. Речной сток (генезис, моделирование, предвычисление) : М.: 2008.

Дополнительная:

Апполов Б.А., Калинин Г.П., Комаров В.Д. Гидрологические прогнозы. - Ленинград: Гидрометеоздат, 1974

Бефани Н.Ф., Калинин Г.П. Упражнения и методические разработки по гидрологическим прогнозам - Л.: Гидрометеоздат, 1983

Корень В.И., Бельчиков В.А. Методические указания по использованию методов краткосрочных прогнозов ежедневных расходов (уровней) воды для речных систем на основе математических моделей. – Л.: Гидрометеоздат, 1989

Гидрометеорологические риски/под.ред Карлина Л.Н. – С.-Пб.: Изд-во РГГМУ, 2008

Руководство по гидрологическим прогнозам. Вып.1. Долгосрочные прогнозы элементов водного режима рек и водохранилищ. - Л.: Гидрометеоздат, 1989.

Руководство по гидрологическим прогнозам. Вып. 2. Краткосрочный прогноз расхода и уровня воды на реках. Л.: Гидрометеоздат, 1989.

Руководство по гидрологическим прогнозам. Вып. 3. Прогноз ледовых явлений на реках и водохранилищах. Л.: Гидрометеоздат, 1989.

Интернет-ресурсы

<http://meteoinfo.ru> – (Гидрометцентр России),

Сайты территориальных органов Росгидромета (УГМС / ЦГМС),

www.waterinfo.ru (Министерство природных ресурсов Российской Федерации. Федеральное агентство водных ресурсов, ФГУП «Центр Российского регистра гидротехнических сооружений и государственного водного кадастра),

rims.unh.edu – Arctic RIMS (Региональная гидр. система мониторинга Арктических бассейнов),

www.mnr.gov.ru – (Министерство Природных Ресурсов и Экологии России)

www.nws.noaa.gov/oh/hic (Центр гидрологической информации национальной службы погоды США),

Геоинформационный портал ГИС-Ассоциации - MIKE11.

<http://rims.unh.edu/>– ArcticRIMS (Региональная, объединенная система гидрологического мониторинга Арктических бассейнов);

water.usgs.gov (Данные по водным ресурсам США, включая оперативные данные по каждому штату).

<http://www.meteo.ru/> – Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных»;

<http://www.hydrology.ru/> Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный гидрологический институт» (ФГБУ «ГГИ»).
