

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ УЗБЕКИСТАНА
ИМ. МИРЗО УЛУГБЕКА**

5440600 – НАПРАВЛЕНИЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО КУРСУ
ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ

Составители: доц. Сирлибаева З.С.
преп. Трофимова Ю.Г.

Ташкент – 2011

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Учебный план.....	4
2. Рабочий программа	15
3. Календарный план.....	19
4. Критерии оценки	22
5. Педагогические технологии	25
6. Лекции.....	27
7. Практические работы.....	98
8. Тестовые задания.....	112
9. Контрольные вопросы.....	119
10. Темы курсовых работ.....	126
11. Темы выпускных квалификационных работ.....	127
12. Вопросы для самостоятельного образования	128
13. Глоссарий.....	129
14. Слайды.....	131
15. Литература.....	136

Введение

Известно, что «Введение в специальность» является одним из основных предметов для бакалавров первого курса по специальности 5440600 – Гидрометеорология. Предмет состоит из трех частей: «Введение в гидрологию», «Введение в метеорологию», «Гидрография Средней Азии».

Учебно-методический комплекс «Введение в специальность» состоит из следующих частей: учебная программа, рабочая программа, календарная программа, критерии оценки и распределение баллов, педагогические технологии, тексты лекций, вопросы для тестирования, контрольные вопросы, темы рефератов, темы курсовых работ, темы выпускных квалификационных работ, вопросы для самостоятельного образования, глоссарий, слайды, рекомендуемый список литературы

По предмету «Введение в специальность» на данный момент не имеется учебно-методического комплекса и учебного пособия.

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

Руйхатга олинди

№ _____

2011 йил “ ____ ” _____

Ўзбекистон Республикаси
Олий ва ўрта махсус таълим
вазирлигининг 2011 йил
“ ____ ” _____ даги “ ____ ”-сонли
буйруғи билан тасдиқланган

МУТАХАССИСЛИККА КИРИШ
фанининг

ЎҚУВ ДАСТУРИ

Билим соҳаси: 400000 – Фан
Таълим соҳаси: 440000 – Табиий фанлар
Таълим йўналиши: 5440600 – Гидрометеорология

Фаннинг ўқув дастури Олий ва ўрта махсус, касб-ҳунар таълими ўқув-методик бирлашмалари фаолиятини Мувофиқлаштирувчи Кенгашнинг 2011 йил “___” _____даги “___”- сон мажлис баёни билан маъқулланган.

Фаннинг ўқув дастури Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университетида ишлаб чиқилди.

Тузувчилар:

- Сирлибоева З.С. – Мирзо Улуғбек номидаги ЎзМУ “Қуруқлик гидрологияси” кафедраси доценти, г.ф.н.
Артикова Ф.Я. – Мирзо Улуғбек номидаги ЎзМУ “Қуруқлик гидрологияси” кафедраси доценти, г.ф.н.

Тақризчилар:

- Усманов В.О. – Гидрометеорология илмий тадқиқот институти етакчи илмий ходими, г.ф.н.
Трофимов Г.Н. – Мирзо Улуғбек номидаги ЎзМУ “Қуруқлик гидрологияси” кафедраси профессори, г.ф.д.

Фаннинг ўқув дастури Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети Илмий - услубий кенгашида тавсия қилинган (2011 йил ___ _____даги 9-сонли баённома).

Кириш

Ҳозирги кунда замонавий фан, техника ва технологияларнинг ютуқлари асосида юқори малакали мутахассис кадрлар тайёрлашнинг мукамал тизимини шакллантириш Ўзбекистон тараққиётининг муҳим шартларидан биридир. Бу борада гидрометеорология бакалаврларини тайёрлаш ўзига хос хусусиятларга эга. Зеро, мамлакатимизнинг келажакдаги тараққиёти ва барқарор ривожланишида муҳим ўрин тутадиган сув ресурслари, об-ҳаво шароити, иқлими мониторингини жаҳон андозалари даражасида ташкил этиш кўп жиҳатдан шу соҳада фаолият кўрсатадиган мутахассислар билими, малакаси, касбий даражасига боғлиқдир.

Ўқув фанининг мақсади ва вазифалари

Фанни ўқитишдан мақсад – талабаларга гидрометеорология йўналишидаги умумқасбий ва махсус фанлар тизими, уларнинг предмети, тадқиқот объекти, тадқиқот усуллари, гидросфера, атмосфера ва уларда кечадиган жараёнларнинг ўзаро боғлиқлиги ҳамда ўлкамиз сув объектлари ҳақида умумий тушунчалар беришдан иборат.

Фаннинг вазифаси - талабаларга гидросфера ва унинг ташкил этувчилари - океанлар, денгизлар, дарёлар, кўллар, ер ости сувлари, музликларни ўрганувчи фанлар ҳақида умумий назарий тушунчалар бериш, Ўрта Осиё дарёларининг сув режими ва тўйиниш шароити, музликлари, кўллари ва бошқа сув ҳавзаларида кечадиган гидрометеорологик жараёнларнинг умумий қонуниятларини ўргатиш, сув объектларини гидрографик тавсиф бериш, сув ресурсларини муҳофаза қилиш ва улардан самарали фойдаланиш бўйича малака ва тажриба ҳосил қилишдан иборат.

Фан бўйича талабаларнинг билимига, кўникма ва малакасига қўйиладиган талаблар

“Мутахассисликка кириш” ўқув фанини ўзлаштириш жараёнида амалга ошириладиган масалалар доирасида бакалавр:

- гидрометеорология йўналишидаги умумқасбий ва махсус фанлар тизими, гидрометеорологиянинг асосий тушунчалари, атамалари ва таърифларини; гидрометеорологик жараёнларни тадқиқ этиш усулларини; гидросфера ва унинг атмосфера, литосфера ҳамда биосфера билан ўзаро боғлиқлигини; сув объектларида кечадиган гидрометеорологик жараёнларнинг умумий қонуниятларини **билиши керак**;

- дунё океани, унинг қисмлари ва қуруқлик сувлари, жумладан музликлар, қор қоплами, дарёлар, кўллар гидрологик режимининг шаклланишига метеорологик омиллар таъсирини баҳолаш; гидрологик жараёнларнинг метеорологик ҳодисалар маҳсули эканлигини англаб етиш ва бу борада тўплаган билимларни амалиётга тадбиқ этиш **кўникмаларига эга бўлиши керак**;

- атмосфера ва гидросферада кечадиган гидрометеорологик жараёнлар ва ҳодисалар қонуниятларини тушунтира билиш; Ўрта Осиёнинг ўзига хос гидрологик хусусиятларини ёрита олиш; уларга умумий гидрографик тавсиф бериш ва гидрометеорологик маълумотларни илмий таҳлил қила олиш **малакаларига эга бўлиши керак**.

Фаннинг ўқув режадаги бошқа фанлар билан ўзаро боғлиқлиги ва услубий жиҳатдан узвий кетма – кетлиги

“Мутахассисликка кириш” ўқув фани умумқасбий фанлар блокадаги таянч курслардан бири бўлиб, мазкур фан 1 - семестрда ўқитилади. Дастурни амалга ошириш йўналишининг намунавий ўқув режасидан ўрин олган математик ва табиий – илмий (олий

математика, информатика ва ахборот технологиялари, гидрометеорологияда ҳисоблаш техникаси ва дастурлаш, экология ва гидроэкология асослари) фанларидан етарли билим ва кўникмаларга эга бўлишни талаб этади. Қайд этиш лозимки, мазкур фан бўлажак гидрометеорология бакалаврларига ўқитиладиган биринчи умумқасбий фан ҳисобланади.

Фаннинг ишлаб чиқаришдаги ўрни

Бўлажак бакалаврлар ўзларининг ишлаб чиқариш фаолиятида, жумладан ўрта мактаблар, махсус лицей ва коллежларда атроф муҳит муҳофазаси, экология ва география фанларини ўқитишларида, гидрометеорологик мониторингни ташкил этишларида, тўпланган гидрометеорологик маълумотлардан халқ хўжалигининг турли соҳаларида самарали фойдаланиш бўйича таклиф ва тавсиялар ишлаб чиқишларида “Мутахассисликка кириш” фанидан тўплаган назарий билимларига таянадилар. Шу жиҳатдан мазкур ўқув фани замон талабларига жавоб берадиган юқори малакали гидрометеорология бакалаврларини тайёрлаш тизимининг ажралмас бўғини ҳисобланади.

Фанни ўқитишда замонавий ахборот ва педагогик технологиялар

Талабаларнинг мазкур ўқув фанини ўзлаштиришлари учун ўқитишнинг замонавий усулларидан фойдаланиш, бу жараёнда янги информацион – педагогик технологияларни тадбиқ қилиш муҳим аҳамиятга эгадир. Фанни ўзлаштиришда дарслик, ўқув ва услубий қўлланмалар, маъруза матнлари, тарқатма материаллар, электрон материаллар, кинофильмлар ва кўргазмали қуроллардан фойдаланилади. Фанни ўқитишда режалаштирилган маъруза, амалий машғулот дарсларида ҳамда мазкур фан бўйича курс ишини тайёрлаш ва расмийлаштиришда мавзуга мос равишдаги илғор педагогик технологиялар қўлланилади.

Асосий қисм

Фаннинг назарий машғулотлари мазмуни

Мутахассисликка кириш фанининг мақсади, вазифалари. Тадқиқот объекти ва предмети. Фаннинг гидрометеорология тизимидаги бошқа фанлар билан боғлиқлиги. Фаннинг мутахассис тайёрлашда тутган ўрни. Ўрта Осиё сув объектлари. Ўзбекистонда гидрометеорология хизмати, шаклланиш ва ривожланиш тарихи, истиқболи.

Ўзбекистонда гидрометеорология хизмати

Ўзбекистонда гидрометеорология хизматининг шаклланиши ва ривожланишининг қисқача тарихи. Гидрометеорология хизматининг мақсади ва вазифалари. Туркистонда XIX асрнинг ўрталари XX асрнинг бошларида метеорологик ва гидрологик кузатишлар ҳамда тадқиқотларнинг шаклланиши. Ўрта Осиёда 1918-1945 йилларда гидрометеорология хизмати. Ўзбекистонда 1946-1991 йилларда гидрометеорология хизмати.

Гидрометеорология хизмати мустақиллик йилларида

Ўзбекистонда гидрометеорология хизматининг мавжуд тизими ва унинг таркибий тузилиши. Гидрометеорология хизмати тизими ва атроф муҳит назоратининг бўлинмалари. Гидрометеорология хизматининг вилоят бошқармалари. Атмосфера ҳавоси ва сув объектларини ифлосланишдан муҳофаза қилиш бўйича давлат инспекцияси.

Гидрометеорология маркази. Алоқа тизими ва ахборотларни қайта ишлаш бошқармаси. Гидрометеорологик обсерваториялар, бюролар, лабораториялар, партиялар. Гидрометеорологик станциялар ва постлар тармоқлари. Илмий тадқиқот муассасалари. Олий ва ўрта махсус ўқув юртлири. Ишлаб чиқариш корхоналари. Ўзбекистонда гидрометеорология хизматини ривожлантиришнинг асосий йўналишлари ва истқболи.

Гидрометеорология соҳасида халқаро ҳамкорлик

Жаҳон Метеорология Ташкилоти (ЖМТ), унинг мақсади, вазифалари. Бирлашган Миллатлар Ташкилоти(БМТ)нинг Атроф муҳит муҳофазаси дастури (ЮНЕП). Иқлим ўзгариши бўйича БМТнинг Доиравий Конвенцияси (РКИК). Иқлим ўзгариши бўйича ҳукуматлараро экспертлар гуруҳи (МГЭИК).

Метеорологик тадқиқотлар

Метеорологик, аэрологик ва иқлимшуносликка оид тадқиқотлар. Синоптик метеорологияга оид тадқиқотлар. Об-ҳавонинг прогнозлашнинг сонли усуллари. Қишлоқ хўжалиги метеорологиясига оид тадқиқотлар. Агрометеорологик тадқиқотлар. Гидрометеорологик жараёнларга фаол таъсир кўрсатишга оид илмий тадқиқот ишларининг ривожланиши. Метеорологик мониторинг ва унинг аҳамияти. Ўзбекистонда метеорологик тадқиқотларнинг истиқболи. ЎзМУда амалга оширилган метеорологик тадқиқотлар ва унинг истиқболи.

Гидрологик тадқиқотлар

Дарё гидрометриясининг шаклланиши ва ривожланиши. Гидрографик тадқиқотлар. Кўлллар ва сув омборлари гидрометеорологик режимини ўрганиш. Сув эрозияси ва дарёларнинг лойқа оқизикларига оид тадқиқотлар. Ўзбекистонда сел ҳодисаларини ўрганиш. Тошқинлар ва сел хавфини прогнозлаш. Сув объектларида музлаш ҳодисаларини ўрганиш ва прогнозлаш. Суғориладиган ерлар гидрологиясининг шаклланиши ва ривожланиши. Гидрологик кузатиш маълумотларини қайта ишлашни автоматлаштириш. Гидрологик ҳисоблашлар ва прогнозлар усулларини такомиллаштириш. Гидрологик жараёнларни математик моделлаштириш. Гляциологик тадқиқотлар: музликлар, қорликлар, қор қоплами ва қор кўчкиларини ўрганиш. Гидрохимёвий, гидроэкологик тадқиқотлар ва уларнинг истиқболи. Гидрологик мониторинг ва унинг аҳамияти. Ўзбекистонда метеорологик тадқиқотларнинг истиқболи. ЎзМУда амалга оширилган гидрологик тадқиқотлар ва унинг истиқболи.

Иқлим ўзгариши муаммолари

Иқлим ҳақида умумий маълумотлар: асосий таъриф ва тушунчалар, иқлим ҳосил қилувчи омил ва жарёнлар, иқлим назарияси – иқлим ўзгаришини олдиндан билишнинг асоси. Иссиқхона эффекти ва иқлим. Иқлим ўзгариши ва унинг оқибатлари. Иқлим ўзгариши бўйича биргаликдаги халқаро ҳаракатлар. Иқлим ўзгариши бўйича БМТнинг Доиравий Конвенцияси (РКИК). Томонлар конференциялари. Киото протоколи ва унинг моҳияти. Миллий ахборот алмашиш ва уни кўриб чиқиш. Иқлим ўзгариши таъсирига мослашиш. Ўзбекистонда иқлим ўзгариши муаммоларига оид тадқиқотлар.

Гидрометеорологик жараёнлар ва уларнинг моҳияти

Сувнинг табиий ва кимёвий хусусиятлари. Сувнинг тузилиши, аномалиялари ва асосий физик хусусиятлари. Табиий сувларнинг кимёвий таркиби ва уларнинг ҳосил бўлиш шароитлари.

Табиатда сувнинг айланиши. Ер қуррасида қуруқлик ва сувнинг тақсимланиши. Ер қурраси ва материклар ичида намликнинг айланиши. Сувнинг катта ва кичик айланиши. Ер қурраси, Дунё океани, қуруқлик, материкларнинг сув баланси. Атмосферада иссиқликнинг айланиши ва бу жараёнда гидросферанинг роли.

Гидросфера билан бошқа сфераларнинг ўзаро таъсири. Океан ва атмосферанинг ўзаро таъсири; энергия ва модда алмашинуви; метеорологик жараёнларда сувнинг роли; сув ва об-ҳаво.

Ёгинлар. Ер қуррасида ёгинлар тақсимланишини белгиловчи омиллар. Ёгинларнинг миқдори ва кўринишини белгиловчи энг муҳим бўлган рельеф омили. Ёгинлар умумий миқдорининг баландлик бўйича ўзгариши. Қор. Унинг хоссалари, зичлиги, иссиқлик ўтказувчанлиги, радиацион хусусиятлари, сувлилиги. Қор қопламини ўрганиш усуллари. Ҳавза бўйича ўртача ёгин миқдорини аниқлаш усуллари.

Буғланиш. Буғланишнинг физик моҳияти. Буғланиш миқдорини аниқлаш усуллари. Дальтон қонуни. Мутлақ ва нисбий намлик. Намлик етишмаслиги. Ҳар-хил юзалардан бўладиган буғланиш. Сув юзасидан буғланиш. Буғлатгичлар. Буғланишни ҳисоблаш ифодалари. Транспирация. Ялпи буғланиш. Ялпи буғланиш ва ёгинлар.

Музликлар. Қор чизиғи. Қор кўчкилари. Музликлар ва уларнинг ҳосил бўлиши ва режими. Музликларнинг турлари ва тарқалиши. Музликларнинг гидрометеорологик аҳамияти.

Ер ости сувлари. Уларнинг пайдо бўлиши. Ер ости сувларининг жойлашиш шароитига кўра бўлиниши. Ҳаракати. Режими. Юза ва ер ости сувлари орасидаги ўзаро боғлиқлик.

Дарёлар. Уларнинг турлари ва ер юзасида тарқалиши. Дарёларнинг пайдо бўлиши. Дарёлар-табиатда сув айланиши жараёнининг муҳим элементи. Дарёларнинг экологик аҳамияти. Дарё оқимининг глобал аҳамияти. Дарёлардан фойдаланиш ва уларни муҳофаза қилиш муаммолари.

Кўллар ва сув омборлари. Уларнинг турлари ва тарқалиши. Кўлларнинг пайдо бўлиши. Кўллар ва сув омборларининг инсон ҳаётидаги аҳамияти.

Ўрта Осиё сув объектлари

Ўрта Осиёнинг гидрологик хусусиятлари. Ўрта Осиёнинг табиий географик ўрни, геологик тузилиши, рельефи, иқлим шароити. Атмосфера ёгинлари, буғланиш, дарё оқими. Сув баланси тенграммаси. Ҳудуднинг оқим ҳосил бўлиш шароитига кўра булиниши.

Дарёлари. Дарёларнинг тўйиниши, ўртача кўп йиллик оқими. Оқимнинг ҳудуд бўйлаб тақсимланиши. Йиллик оқимнинг ўзгарувчанлиги ва йил давомида тақсимланиши. Ҳарорат режими, музлаш ходисалари. Дарёларнинг лойқа оқизиклари ва дарё ҳавзаси юзасидан тупроқ-грунтлар ювилиши жадаллиги.

Ўрта Осиё дарё тармоқлари. Каспий денгизи ҳавзаси. Туркменистоннинг берк ҳавзалари. Орол денгизи ҳавзаси. Балхаш кўли ҳавзаси.

Артек дарёси ҳавзаси (Каспий денгизи ҳавзаси). Ҳавзанинг умумий таърифи. Артек дарёси: гидрографик таърифи, тўйиниши ва оқим режими, оқизиклари, йирик ирмоқлари.

Туркменистоннинг берк ҳавзалари. Ҳавзаларнинг умумий таърифи. Мурғоб дарёси. Тажан дарёси. Копеттог тизмасининг шимоли-шарқий ён бағридаги дарёлар.

Амударё ҳавзаси. Ҳавзанинг умумий таърифи. Панж, Вахш, Амударё, Кофирниҳон, Сурхондарё, Шерободдарё. Қашқадарё. Зарафшон дарёлари. Дарёларнинг гидрографик таърифи, тўйиниши ва оқим режими, оқизиклари, йирик ирмоқлари.

Сирдарё ҳавзаси. Ҳавзанинг умумий таърифи. Норин, Қорадарё. Сирдарё. Сирдарё ва Қорадраёнинг Фарғона водийсидаги ирмоқлари. Сирдарёнинг Фарғона водийсидан

чиққандан кейинги чап ирмоқлари. Чирчик, Оҳангарон ва Калас дарёлари ҳавзаси. Чирчик дарёси. Оҳангарон дарёси. Калас дарёси. Арис дарёси. Қоратов тизмасининг жануби-ғарбий ёнбағридаги дарёлар. Дарёларнинг тўйиниши ва оқим режими, оқизиклари, йирик ирмоқлари.

Талас, Чуй дарёлари ва Иссиққўл ҳавзаси. Ҳавзанинг умумий таърифи. Талас ва Асса дарёлари. Чуй дарёси. Чуй дарёсининг ирмоқлари. Иссиққўл ҳавзаси. Балхаш кўли ҳавзасининг жанубий қисми. Дарёларнинг тўйиниши ва оқим режими, оқизиклари, йирик ирмоқлари.

Музликлари. Музликларнинг тоғ тизмалари бўйича тақсимланиши. Амударё ҳавзаси музликлари. Сирдарё ҳавзаси музликлари. Иссиққўл ҳавзаси музликлари.

Кўллар ва сув омборлари. Тоғлардаги кўллар ва уларнинг пайдо бўлиши. Текисликдаги кўллар ва уларнинг пайдо бўлиши, ўзига хос хусусиятлари. Кўлларнинг генезиси бўйича таснифи. Сув омборлари ва уларнинг халқ хўжалигидаги аҳамияти.

Гидрометеорология ва атроф-муҳит муҳофазаси

Табиий муҳит – инсон ҳаёти ва ишлаб чиқаришнинг манбаи. Дунё океани, қуруқлик сувлари ва атмосферани муҳофаза қилиш. Атроф муҳит муҳофазаси мониторинги ва унда гидрометеорологиянинг туган ўрни. Гидрометеорологиянинг тараққиёт истиқболлари.

Амалий машғулотларни ташкил этиш бўйича кўрсатма ва тавсиялар

Ҳар бир амалий машғулот, дастлаб ишнинг мақсадини ва мавзуга оид назарий билимларни қисқача ёритишдан бошланади. Сўнг ишни бажариш учун зарур бўлган маълумотлар ва қўйилган мақсадни амалга ошириш учун талаб қилинган вазифалар аниқ белгиланиб, ишни бажариш тартиби эса қўйилган вазифалар кетма-кетлигига асосланади. Барча ишлар олинган натижаларнинг таҳлили билан якунланади. Ҳар бир амалий машғулотни бажариш учун берилган маълумотларга таяниб, талабаларга алоҳида вариантлар ёки мавзулар таклиф этилади.

Амалий машғулотларнинг тахминий тавсия этиладиган мавзулари:

1. Ўзбекистонда гидрометеорология хизматининг шаклланиш ва ривожланиш босқичлари жадвалини тузиш ва тавсифлаш.
2. Ўзбекистонда гидрометеорология хизматининг мавжуд тизими ва унинг таркибий тузилиши схемасини чизиш ва тавсифлаш.
3. Гидрометеорология соҳасида халқаро ҳамкорлик ва унда Ўзбекистоннинг ўрнини тавсифлаш.
4. Ўзбекистонда амалга оширилган метеорологик тадқиқотлар ва уларга ҳисса қўшган таниқли олимлар ишларини тавсифлаш.
5. Ўзбекистонда амалга оширилган гидрологик тадқиқотлар ва уларга ҳисса қўшган таниқли олимлар ишларини тавсифлаш.
6. Ўзбекистонда иқлим ўзгариши муаммоларига оид тадқиқотлар ва уларни тавсифлаш.
7. Атмосфера ёғинларининг дарё ҳавзаси бўйича тақсимланишини ўрганиш.
8. Сув юзасидан бўладиган буғланишни аниқлаш усуллари ва уларни тавсифлаш.
9. Дарё гидрографини чизиш ва уни таҳлил қилиш.
10. Дарёлар сув режими фазаларини аниқлаш.
11. Дарёларнинг тўйиниш манбалари миқдорини аниқлаш.
12. Маълум бир дарё ёки кўл ҳавзасига гидрографик тавсиф бериш.
13. Ўрта Осиё музликларини “Музликлар каталоги”дан ўрганиш.

14. Ўрта Осиё кўлларининг генезиси бўйича таснифлаш схемасини чизиш ва тавсифлаш.

15. Ўрта Осиё сув омборлари таснифи ва уларга умумий тавсиф бериш.

Амалий машғулотларни ташкил этиш бўйича кафедра профессор-ўқитувчилари томонидан услубий кўрсатма ва тавсиялар ишлаб чиқилади. Унда талабалар асосий маъруза мавзулари бўйича олган билим ва кўникмаларини амалий машғулотлар бажариш орқали янада бойтадилар. Шунингдек, дарслик ва ўқув кўлланмалар асосида талабалар билимларини мустақамлашга эришиш, тарқатма материаллардан фойдаланиш, гидрометеорологияга оид мисол ва масалалар ечиш, мавзулар бўйича кўргазмали куруллар тайёрлаш, слайдлар, кинофильмлар намойиш этиш ва бошқалар тавсия этилади.

Курс ишини ташкил этиш бўйича кўрсатмалар

Курс ишининг мақсади талабаларнинг мустақил ишлаш қобилиятини ривожлантириш, уларда фанни ўрганиш натижасида олган назарий билимларини амалда кўллаш, бевосита гидрометеорология ишлаб чиқаришидаги реал шароитларга мос техник ечимлар қабул қилиш ва замонавий гидрометеорологик ўлчов қурилмалари, асбоблари ва технологияларидан фойдаланиш кўникмаларини ҳосил қилишдир.

Курс ишининг мавзулари бевосита гидрометеорология хизмати, атроф – муҳит муҳофазаси, қишлоқ ва сув хўжалиги ва бошқа соҳалардаги ишлаб чиқаришда амалга ошириладиган жараёнларга боғлиқ ҳолда, аниқ бир дарё, кўл, сув омбори ёки гидрометеорологик станция материаллари мисолида бажарилади. Курс ишининг мавзулари талабаларнинг умумий сонидан 20-30% кўпроқ ҳолда олдиндан тайёрланади. Ҳар бир талабага шахсий топшириқ берилади.

Курс иши объекти сифатида бирор бир дарё, кўл, сув омбори берилади. Аниқ бир дарё ёки кўл учун гидрологик йилнома тузиш, оқим ва метеорологик кўрсаткичларни аниқлаш каби ҳисоб – китоб ишлари амалга оширилади. Курс ишининг ҳисоблаш – график ишларини замонавий компьютер дастурларида бажариш тавсия этилади.

Курс лойиҳасининг тахминий мавзулари:

1. Ўрта Осиёда гидрометеорологиянинг ривожланиш тарихи.
2. Сувнинг табиатдаги ва инсон ҳаётидаги аҳамияти.
3. Табиатда сувнинг айланиши ва унинг оқибатлари.
4. Атмосфера ёғинлари ва буғланиш.
5. Қор кўчкилари ва музликлар.
6. Музликлар, уларнинг ҳосил бўлиши ва режими.
7. Музликларнинг гидрологик аҳамияти.
8. Ўзбекистон музликлари.
9. Ер ости сувлари ва уларнинг ҳаракати.
10. Ер ости сувларини генезиси бўйича таснифлаш.
11. Ер ости сувларининг табиий-географик жараёнлардаги аҳамияти.
12. Дарёлар сув режимининг даврлари.
13. Дарёларнинг тўйиниш манбалари.
14. Дарё оқими ва уни ифодалаш усуллари.
15. Дарё оқимининг ўзгарувчанлиги ва оқим меъёри.
16. Дарёларнинг лойқа оқизиклари.
17. Кўллар ва сув омборлари.
18. Ўрта Осиё кўллари генезиси ҳақида.
19. Кўллар сув режимига антропоген омиллар таъсири.
20. Арнасой кўллар тизими ва унга боғлиқ муаммолар.
21. Орол денгизи муаммоси.
22. Сув омборларининг таснифлари.
23. Сув омборларининг гидрологик режими.

24. Сув омборлари динамикаси.
25. Сув ресурсларининг дарёлар ҳавзалари бўйича тақсимланиши.
26. Сув ресурсларининг табиий ва антропоген омиллар таъсирида сарфланиши.
27. Сув ресурсларидан самарали фойдаланиш ва муҳофазаси масалалари.
28. Ўзбекистонда иқлим ўзгариши муаммоларига оид тадқиқотлар.
29. Иқлим ўзгариши бўйича Киото протоколи ва унинг моҳияти.
30. Бирлашган Миллатлар Ташкилотининг иқлим ўзгариши бўйича Доиравий Конвенцияси ва унинг моҳияти.

Мустақил ишни ташкил этишнинг шакли ва мазмуни

Мустақил ишни тайёрлашда “Мутахассисликка кириш” фанининг хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда талабага қуйидаги шакллардан фойдаланиш тавсия этилади:

- дарслик ва ўқув қўлланмаларидан алоҳида мавзуларни ўрганиш;
- тарқатма материаллардан фойдаланган ҳолда фаннинг маърузалар қисмини ўзлаштириш;
- автоматлаштирилган ўргатувчи ва назорат қилувчи тизимлар билан ишлаш;
- махсус адабиётлардан фойдаланган ҳолда фан бўлимлари ёки мавзулари устида ишлаш;
- янги гидрометеорологик техникаларни, аппаратураларни, жараёнлар ва технологияларни ўрганиш;
- фаннинг талабанинг ўқув-илмий-тадқиқот ишларини бажариш билан боғлиқ бўлган бўлимларини ва мавзуларини чуқур ўрганиш;
- масофавий (дистанцион) таълимдан ҳамда интернет тармоғидан фойдаланиш ва х.к.

Мустақил иш учун қуйидаги мавзуларни чуқур ўрганиш тавсия этилади:

1. Ўзбекистонда гидрометеорология хизматининг шаклланиш ва ривожланиш босқичлари.
2. Ўзбекистонда гидрометеорология хизматининг мавжуд тизими ва унинг таркибий тузилиш.
3. Гидрометеорология соҳасида халқаро ҳамкорлик ва унда Ўзбекистоннинг ўрни.
4. Ўзбекистонда амалга оширилган метеорологик тадқиқотлар.
5. Ўзбекистонда амалга оширилган гидрологик тадқиқотлар.
6. Ўзбекистонда амалга оширилган иқлим ўзгариши муаммоларига оид тадқиқотлар.
7. Атмосфера ёғинларининг дарё ҳавзаси бўйича тақсимланиши.
8. Сув юзасидан бўладиган буғланишни аниқлаш усуллари.
9. Атмосфера ёғинлари ва уларнинг ер сиртида тақсимланиши.
10. Буғланиш ва унга таъсир этувчи омиллар.
11. Музликларнинг гидрологик аҳамияти.
12. Қор кўчклар ва уларни ўрганишнинг аҳамияти.
13. Музликларнинг ҳосил бўлиши ва уларнинг режими.
14. Музликларнинг гидрологик аҳамияти.
15. Ўзбекистон музликлари.
16. Дарёлар сув режимининг даврлари.
17. Дарёларнинг тўйиниш манбалари.
18. Дарё оқими ва уни ифодалаш усуллари.
19. Дарё оқимининг ўзгарувчанлиги ва оқим меъёри.
20. Дарёларнинг лойқа оқизиклари.
21. Ўзбекистон қўллари ва сув омборлари.
22. Ўрта Осиё қўллари генезиси.
23. Қўллар сув режимига антропоген омиллар таъсири.

24. Сув омборларининг таснифлари.
25. Сув ресурсларининг дарёлар ҳавзалари бўйича тақсимланиши.
26. Гидрометеорология ва атроф-муҳит муҳофазаси

Дастурнинг информацион-услубий таъминоти

Мазкур фанни ўқитиш жараёнида таълимнинг замонавий усуллари, янги педагогик ва ахборот технологиялари қўлланилиши назарда тутилган. Дастурдаги барча маъруза мавзуларини ўтишда таълимнинг замонавий усулларида кенг фойдаланиш, ўқув жараёнида янги педагогик технологиялар асосида ташкил этиш самарали натижа беради. Бу борада замонавий педагогик технологиянинг “Бумеранг”, “Ёлпигич”, “Ақлий хужум”, “Масофавий таълим”, “Занжир”, “Кластер” ҳамда “Муаммоли таълим” технологиясининг “Мунозарали дарс” каби усуллари қўллаш ўринлидир. Шунингдек, амалий машғулотлар жараёнида гидрологияга тегишли бўлган махсус қурилмалар, ўлчов асбоблари, жадваллар, чизмалар, слайдлар ва кинофильмлардан фойдаланиш назарда тутилади.

Литература

1. Будыко М.И. Глобальная экология. - М.: Наука, 1977.
2. Владимиров А.М., Ляхин Ю.И., Матвеев Л.Т., Орлов В.Г., Охрана окружающей среды.- Л.: Гидрометеоздат, 1991.
3. Гальперин М.В. Экологические основы природопользования. – М.: Форум-Инфра, 2002.
4. Давыдов Л.К., Дмитриева А.А., Конкина Н.Г. Общая гидрология. – Л.: Гидрометеоздат, 1973.
5. Кутурин Н.М. , Беличенко Ю.П. Охрана водных ресурсов проблема современности.- Л.: Гидрометеоздат, 1971.
6. Левин С., Толоконников В.С., Бедер Б.А. Охрана водных ресурсов Узбекистана.- Ташкент: Узбекистан, 1975.
7. Никаноров А.М. Гидрохимия. – Л., Гидрометеоздат, 1989.
8. Никитин Д.П., Новиков Ю.В. Окружающая среда и человек. Издание второе.- М.: Высшая школа, 1986.
9. Ососкова Т.А., Хикматов Ф.Х., Чуб В.Е. Изменение климата (специальный курс по вопросам изменения климата для студентов высших учебных заведений Республики Узбекистан). Ташкент, 2005.
10. Радкевич В.А. Экология. - Минск: Изд-во БГУ, 1977.
11. Риклеф С.Р. Основы общей экологии.- М.: Наука, 1979.
12. Родионов А.И., Клушин В.Н., Тарочешников Н.С. Техника защиты окружающей среды. - М.: Химия, 1989.
13. Самохин А.А., Соловьева Н.Н., Догановский А.М. Практикум по гидрологии. – Л.: Гидрометеоздат, 1980.
14. Средняя Азия / Под ред. акад. Герасимова И.П. – М.: Наука, 1968.
15. Хотунцев Ю.Л. Экология и экологическая безопасность. - М.: АСАДЕМІА, 2002.
16. Хромов С.П. Метеорология и климатология для географических факультетов. – Л.: Гидрометеоздат, 1968.
17. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология. – М.: Изд-во МГУ, 2001.
18. Чеботарев А.И. Гидрологический словарь. – Л.: Гидрометеоздат, 1978.
20. Шульц В.Л. Гидрография Средней Азии. – Ташкент: Изд-во САГУ, 1958.
21. Шульц В.Л. Реки Средней Азии. – Л.: Гидрометеоздат, 1965.

Дополнительная литература

1. Алёкин О.А. Основы гидрохимии. - Л.: Гидрометеоздат, 1970.
2. Войтковский К.Ф. Лавиноведение. – М.: МГУ, 1989.
3. Новиков Ю.В. Экология, окружающая среда и человек. - М.: Фаир-Пресс, 2002.
4. Федоров Е.К. Взаимодействие общества и природы. - Л.: Гидрометеоздат, 1972.
4. www.undp.uz
5. www.gwpcacena.org
6. www.Ziyo.net

Информационное обеспечение курса

1. Электронная версия конспектов лекции по курсу (автор: доц. К.А.Домлажанов)
2. Специальные таблицы, графики, схемы.
3. Специальные приборы и полевая лаборатория для изучения качества природных

вод.

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ УЗБЕКИСТАНА
ИМ. МИРЗО УЛУГБЕКА

Географический факультет
Кафедра «Гидрологии суши»

Рабочая программа
по курсу:
ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ

доц. Махамдалиев Р.Й.
“_____” август 2011 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по курсу «Введение в специальность» для студентов I-ого курса направления
«Гидрометеорология»

Лекции – 50 ч
Практические занятия – 76 ч
Курсовая работа – 30 ч
Рейтинг – 8 ч
Всего – 164 ч

Содержание курса

(лекции)

- 1 – лекция. Введение. Связь с другими науками.** Краткая история развития. Гидрологические особенности Средней Азии. Кафедры Национального Университета. Гидрология в других вузах. Гидрологические организации.
- 2 – лекция. Химические и физические свойства воды.** Значение воды в природе и жизни человека. Строение воды, ее молекулярная структура изотопный состав. Основные физические и химические свойства воды.
- 3 – лекция. Круговорот воды в природе.** Распределение суши и воды на земном шаре. Круговорот воды на земном шаре. Водный баланс земного шара (общие понятия): осадки, испарение, сток. Водные ресурсы Средней Азии.
- 4 – лекция. Реки, водосборы, речная сеть, продольный и поперечный профили долин рек.** Река и речная сеть. Длина реки. Исток. Устье. Долина и русло реки. Продольные профили рек: плавновогнутые, прямолинейные, выпуклые, ступенчатые.
- 5 – лекция. Морфометрические характеристики рек и речного бассейна.** Понятия водосбора и бассейна реки. Описание основных морфометрических характеристик речного бассейна: площадь бассейна - F ; длина бассейна - L_b ; максимальная ширина бассейна B_{\max} ; средняя ширина бассейна. Гипсографическая кривая.
- 6 – лекция. Фазы водного режима (половодье, паводки, межень). Виды колебаний водности рек.** Фазы водного режима рек. Половодье, паводки, межень. Типовой гидрограф реки. Расчленение гидрографа по видам питания. Классификация рек по водному режиму (классификации Б.Д. Зайкова, А.И. Воейкова).
- 7 – лекция. Питание рек. Количественная оценка питания рек.** Классификация рек Средней Азии. Виды питания рек. Классификация рек Средней Азии по источникам питания по критерии В.Л. Шульца.
- 8 – лекция. Ледники, как источник питания.** Типы ледников и их распространение. Образование и строение ледников. Покровные и горные ледники. Многолетнее регулирование стока ледниками. Сезонное регулирование. Влияние на водный режим рек Средней Азии.
- 9 - лекция. Подземные воды. Движение подземных вод.** Классификация подземных вод по условиям их происхождения (экзогенные, эндогенные, смешанные). По гидравлическим условиям подземные воды: *напорные* (артезианские и глубинные) и *безнапорные* (грунтовые). Зона аэрации и зона осушения.

10 – лекция. Водохранилища и озера Средней Азии.

11 – лекция. Метеорология и климатология. Предмет и задачи. Методы исследования. Метеорологическая сеть.

12 – лекция. Международное сотрудничество в области метеорологии и климатологии. Всемирная метеорологическая организация.

13 – лекция. Практическое значение метеорологии и климатологии. Агроклиматология. Медицинская метеорология. Техническая метеорология. Военная метеорология.

14 – лекция. Атмосферные осадки, факторы влияющие на распределение осадков. Влияние рельефа на распределение и количество осадков. Гигеографическая кривая и градиент осадков.

15 – лекция. Снег. Физические свойства и измерение снежного покрова. Климатическое значение снежного покрова.

16 – лекция. Общие сведения о климате. Исследования изменения климата. Климатообразующие факторы. Факторы, влияющие на изменение климата. Климатические сценарии.

17 – лекция. Испарение и определение испарения с водной поверхности. Определение испарения методом Б.Д. Зайкова, ГГИ. Испарение как элемент водного баланса. Испарение с поверхности почвы и транспирация. Испарение со снега и льда.

18 – лекция. Физическая география Средней Азии. Распределение водных ресурсов по территории Средней Азии. Водный баланс Средней Азии.

19 – лекция. Бассейны рек Каспийского моря и бессточные реки Туркмении. Общая характеристика бассейнов. Гидрографическое описание бассейна реки Атрек. Гидрографическое описание бассейнов рек Теджен, Мургаб. Описание рек северо-восточного склона Копетдага.

20 – лекция. Гидрография бассейна реки Амударья. Общая характеристика бассейна. Гидрографическое описание рек Пяндж, Вахш, Амударья, Кафирниган, Сурхандарья, Шерабадарья, Кашкадарья, Зарафшан. Описание водного режима рек и типа питания.

21 – лекция. Гидрография бассейна реки Сырдарья. Общая характеристика бассейна. Гидрографическое описание рек Нарын, Карадарья, Сырдарья. Описание притоков Сырдарьи и Карадарьи в пределах Ферганской долины. Описание правых притоков Сырдарьи по выходу из Ферганской долины. Гидрографическое описание рек Чирчик, Ахангаран, Арысь. Описание водного режима рек, типа питания.

22 – лекция. Гидрография бассейнов рек Талас, Чу и оз. Иссык-куль. Общая характеристика бассейна. Гидрографическое описание рек Талас, Асса, Чу. Описание притоков реки Чу. Гидрографическое описание озера Иссык-Куль. Водный режим рек, тип питания.

23 – лекция. Гидрография южной части озера Балхаш и центральной части Казахстана. Водный режим рек, тип питания рек.

24 – лекция. Ледники и их распределение по речным водосборам. Распределение ледников в бассейне реки Амударья. Распределение ледников в бассейне реки Сырдарья. Распределение ледников в бассейне озера Иссык-Куль.

25 – лекция. Горные и равнинные озера, водохранилища, ирригационные каналы. Классификация озер по генезису. Водохранилища и ирригационные каналы – их сельскохозяйственное назначение.

Практические работы.

1. Задачи на определение основных характеристик стока.
2. Определение морфометрических характеристик реки и речного бассейна.
3. Определение элементов фаз водного режима и количественная оценка источников питания рек.
4. Определение зависимости между атмосферными осадками и высотой.

5. Определение испарения с водной поверхности.
6. Бассейны рек Каспийского моря, бессточные реки Туркмении.
7. Бассейны рек Зерафшана, Кашкадарьи, Амударьи.
8. Бассейны рек Сырдарьи, Чу, Талас, оз. Иссык-Куль, Или и рек Казахстана.
9. Озера и водохранилища. Ледники. Ирригационные каналы.

Литература

1. Будыко М.И. Глобальная экология. - М.: Наука, 1977.
2. Владимиров А.М., Ляхин Ю.И., Матвеев Л.Т., Орлов В.Г., Охрана окружающей среды.- Л.: Гидрометеиздат, 1991.
3. Гальперин М.В. Экологические основы природопользования. – М.: Форум-Инфра, 2002.
4. Давыдов Л.К., Дмитриева А.А., Конкина Н.Г. Общая гидрология. – Л.: Гидрометеизда, 1973.
5. Кутурин Н.М. , Беличенко Ю.П. Охрана водных ресурсов проблема современности.- Л.: Гидрометеиздат, 1971.
6. Левин С., Толоконников В.С., Бедер Б.А. Охрана водных ресурсов Узбекистана.- Ташкент: Узбекистан, 1975.
7. Никаноров А.М. Гидрохимия. – Л., Гидрометеиздат, 1989.
8. Никитин Д.П., Новиков Ю.В. Окружающая среда и человек. Издание второе.- М.: Высшая школа, 1986.
9. Ососкова Т.А., Хикматов Ф.Х., Чуб В.Е. Изменение климата (специальный курс по вопросам изменения климата для студентов высших учебных заведений Республики Узбекистан). Ташкент, 2005.
10. Радкевич В.А. Экология. - Минск: Изд-во БГУ, 1977.
11. Риклеф С.Р. Основы общей экологии.- М.: Наука, 1979.
12. Родионов А.И., Клушин В.Н., Тарочешников Н.С. Техника защиты окружающей среды. - М.: Химия, 1989.
13. Самохин А.А., Соловьева Н.Н., Догановский А.М. Практикум по гидрологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1980.
14. Средняя Азия / Под ред. акад. Герасимова И.П. – М.: Наука, 1968.
15. Хотунцев Ю.Л. Экология и экологическая безопасность. - М.: АСАДЕМІА, 2002.
16. Хромов С.П. Метеорология и климатология для географических факультетов. – Л.: Гидрометеиздат, 1968.
17. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология. – М.: Изд-во МГУ, 2001.
18. Чеботарев А.И. Гидрологический словарь. – Л.: Гидрометеизда, 1978.
20. Шульц В.Л. Гидрография Средней Азии. – Ташкент: Изд-во САГУ, 1958.
21. Шульц В.Л. Реки Средней Азии. – Л.: Гидрометеиздат, 1965.

Дополнительная литература

1. Алёкин О.А. Основы гидрохимии. - Л.: Гидрометеиздат, 1970.
2. Войтковский К.Ф. Лавиноведение. – М.: МГУ, 1989.
3. Новиков Ю.В. Экология, окружающая среда и человек. - М.: Фаир-Пресс, 2002.
4. Федоров Е.К. Взаимодействие общества и природы. - Л.: Гидрометеиздат, 1972.
4. www.undp.uz
5. www.gwpcacena.org
6. www.Ziyo.net

Составители:	проф. Трофимов Г.Н.
	доц. Сирлибаева З.С.
Зав. кафедрой:	проф. Хикматов Ф.Х.

“Утверждаю”
Зав. кафедрой проф. Хикматов Ф.Х.
“ _____ ” _____ 2011 г.

Календарный план
(рейтинг-карта)

Факультет – географический, курс – 1, группа – русская
Наименование дисциплины – Введение в специальность

Лекции - 50 ч.
Практические занятия – 76 ч.
Курсовая работа – 30 ч.
Рейтинг – 8 ч.
Всего – 164 ч.

Вид занятий	Время	Наименование лекции или практического занятия	План рейтинга		
			ТК	ПК	ИК
I. Лекции					
Лекция 1	IX	Введение. Связь с другими науками. Краткая история развития. Гидрологические особенности Средней Азии			
Лекция 2	IX	Химические и физические свойства воды.			
Лекция 3	IX	Круговорот воды в природе. Водные ресурсы Средней Азии.			
Лекция 4	IX	Реки, водосборы, речная сеть, продольный и поперечный профили долин рек.			
Лекция 5	IX	Морфометрические характеристики рек и речного бассейна			
Лекция 6	IX	Фазы водного режима (половодье, паводки, межень)			
Лекция 7	X	Питание рек. Количественная оценка питания рек. Классификация рек Средней Азии		10	
Лекция 8	X	Ледники, как источник питания. Влияние на водный режим рек Средней Азии			
Лекция 9	X	Подземные воды. Движение подземных вод.			
Лекция 10	X	Водохранилища и озера Средней Азии			
Лекция 11	X	Метеорология и климатология. Предмет и задачи			
Лекция 12	XI	Международное сотрудничество в области метеорологии и климатологии			
Лекция 13	XI	Практическое значение метеорологии и климатологии			
Лекция 14	XI	Атмосферные осадки, факторы влияющие на распределение осадков. Гигрографическая кривая и градиент осадков			
Лекция 15	XI	Снег. Физические свойства и измерение снежного покрова			
Лекция 16	XII	Общие сведения о климате. Исследования			

		изменения климата			
Лекция 17	XII	Испарение и определение испарения с водной поверхности			
Лекция 18	XII	Физическая география Средней Азии. Распределение водных ресурсов по территории Средней Азии. Водный баланс Средней Азии			
Лекция 19	XII	Бассейны рек Каспийского моря и бессточные реки Туркмении			
Лекция 20	XII	Гидрография бассейна реки Амударья			
Лекция 21	I	Гидрография бассейна реки Сырдарья			
Лекция 22	I	Гидрография бассейнов рек Талас, Чу и оз. Иссык-Куль			
Лекция 23	I	Гидрография южной части озера Балхаш и центральной части Казахстана			
Лекция 24	I	Ледники и их распределение по речным водосборам			
Лекция 25	I	Горные и равнинные озера, водохранилища, ирригационные каналы		15	
II. Практические работы					
ПР 1	IX	Задачи на определение основных характеристик стока			
ПР 2	X	Определение морфометрических характеристик реки и речного бассейна			
ПР 3	X	Определение элементов фаз водного режима и количественная оценка источников питания рек			
ПР 4	XI	Определение зависимости между атмосферными осадками и высотой			
ПР 5	XI	Определение испарения с водной поверхности			
ПР 6	XII	Расчет нормы стока			
		Итоговый контроль	45	25	30

Литература

1. Будыко М.И. Глобальная экология. - М.: Наука, 1977.
2. Владимиров А.М., Ляхин Ю.И., Матвеев Л.Т., Орлов В.Г., Охрана окружающей среды.- Л.: Гидрометеиздат, 1991.
3. Гальперин М.В. Экологические основы природопользования. – М.: Форум-Инфра, 2002.
4. Давыдов Л.К., Дмитриева А.А., Конкина Н.Г. Общая гидрология. – Л.: Гидрометеизда, 1973.
5. Кутурин Н.М. , Беличенко Ю.П. Охрана водных ресурсов проблема современности.- Л.: Гидрометеиздат, 1971.
6. Левин С., Толоконников В.С., Бедер Б.А. Охрана водных ресурсов Узбекистана.- Ташкент: Узбекистан, 1975.
7. Никаноров А.М. Гидрохимия. – Л., Гидрометеиздат, 1989.
8. Никитин Д.П., Новиков Ю.В. Окружающая среда и человек. Издание второе.- М.: Высшая школа, 1986.

9. Ососкова Т.А., Хикматов Ф.Х., Чуб В.Е. Изменение климата (специальный курс по вопросам изменения климата для студентов высших учебных заведений Республики Узбекистан). Ташкент, 2005.
10. Радкевич В.А. Экология. - Минск: Изд-во БГУ, 1977.
11. Риклеф С.Р. Основы общей экологии.- М.: Наука, 1979.
12. Родионов А.И., Клушин В.Н., Тарочешников Н.С. Техника защиты окружающей среды. - М.: Химия, 1989.
13. Самохин А.А., Соловьева Н.Н., Догановский А.М. Практикум по гидрологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1980.
14. Средняя Азия / Под ред. акад. Герасимова И.П. – М.: Наука, 1968.
15. Хотунцев Ю.Л. Экология и экологическая безопасность. - М.: АСАДЕМИА, 2002.
16. Хромов С.П. Метеорология и климатология для географических факультетов. – Л.: Гидрометеиздат, 1968.
17. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология. – М.: Изд-во МГУ, 2001.
18. Чеботарев А.И. Гидрологический словарь. – Л.: Гидрометеизда, 1978.
20. Шульц В.Л. Гидрография Средней Азии. – Ташкент: Изд-во САГУ, 1958.
21. Шульц В.Л. Реки Средней Азии. – Л.: Гидрометеиздат, 1965.

Дополнительная литература

1. Алёкин О.А. Основы гидрохимии. - Л.: Гидрометеиздат, 1970.
2. Войтковский К.Ф. Лавиноведение. – М.: МГУ, 1989.
3. Новиков Ю.В. Экология, окружающая среда и человек. - М.: Фаир-Пресс, 2002.
4. Федоров Е.К. Взаимодействие общества и природы. - Л.: Гидрометеиздат, 1972.
4. www.undp.uz
5. www.gwpcacena.org
6. www.Ziyo.net

Информационное обеспечение курса

1. Электронная версия конспектов лекции по курсу (автор: доц. К.А. Домлажанов)
2. Специальные таблицы, графики, схемы.
3. Специальные приборы и полевая лаборатория для изучения качества природных вод.

Рассмотрено и утверждено на заседании кафедры «гидрологии суши» «__» августа 2011, передано на утверждение научного совета факультета (протокол № «__» 2011)

Составители:

проф. Трофимов Г.Н.
доц. Сирлибаева З.С.

Зав. кафедрой:

проф. Хикматов Ф.Х.

**Национальный Университет Узбекистана
имени Мирзо Улугбека**

«Утверждаю»

Декан географического
факультета

доц. Махамдалиев Р.Й.
« ___ » _____ 2011 год

Географический
факультет
Кафедра гидрологии
суши

«Гидрометеорология» мутахассислиги I курс бакалаврлари билимини
«Введение в специальность» фанидан рейтинг
tizими asosida nazorat qiliш va
баҳолаш мезони

Максимал балл	100
Оралиқ назорат	25 (ОН)
Жорий назорат	45 (ЖН)
Якуний назорат	30 (ЯН)

Ташкент – 2011

Талабалар билимини рейтинг тизими asosida
назорат қилиш ва баҳолаш
мезонлари

Распределение баллов по видам контроля
для курса «Введение в специальность» по специальности « Гидрометеорология» на 2011 –
2012 учебный год

Общий объем часов –	164
Лекций	- 50
Практических	- 76
Курсовая работа	- 30
Рейтинг	- 8

№	Вид контроля	Максимальный балл	Проходной балл	Время проведения контроля
1.	Текущий контроль	10	5,5	3 неделя семестра
2.	Текущий контроль	8	6,5	6 неделя семестра
3.	Текущий контроль	10	5,5	9 неделя семестра
4.	Текущий контроль	5	3,85	13 неделя семестра
5.	Текущий контроль	6	4,85	16 неделя семестра
6.	Текущий контроль	6	4,85	18 неделя семестра
7.	Промежуточный 1	10	5,5	20 неделя семестра
8.	Промежуточный 2	15	8,25	22 неделя семестра
9.	Итоговый	30	16,5	10 неделя семестра
10.	Всего	100	55	19 неделя семестра
				Последнее занятие семестра

Жорий баҳолаш мезонлари:

Лаборатория ишнн баҳолашда қуйидагилар эътиборга олинади:

- мустақил назарий тайёргарлик даражаси (конспект, оғзаки савол-жавоб);
- ишнн бажаришдан мақсад ва бажариш тартибнн билиши;
- ишнн бажариш жараёнида олинган натижалар асосида ҳисоблашларнинг тўғри амалга оширилганлиги;
- олинган натижаларни таҳлил қилиш орқали чиқарилган хулосаларнинг илмийлиги.

Амалий машғулотлардаги баҳолаш жараёнида қуйидагилар инобатга олинади:

- мустақил назарий тайёргарлик даражаси;
- амалий машғулот топшириқларини бажариш жараёнида назарий билимларни тўғри қўллай билинганлиги (керакли формула, қонуниятлар тўғри ишлатилганлиги).

Оралик баҳолаш мезонлари:

- фаннинг ОБ учун белгиланган бўлими ёки қисми бўйича назарий билимларнинг тўла ўзлаштирганлик даражаси;
- олинган назарий билимларни қўллай билиш кўникмаларининг шаклланганлик даражаси;
- қўйилган саволларга берилган жавобларнинг илмий асосланганлиги;
- ўтилган мавзулар бўйича мустақил фикрлаш қобилиятини намоён этганлиги;
- тавсия этилган адабиётлардан ташқари, қўшимча манбалардан фойдаланилганлик.

Яқунин баҳолаш мезонлари:

- фан бўйича назарий билимларнинг тўла ўзлаштирганлик даражаси;
- олинган назарий билимларни амалда қўллай билиш кўникмаларининг шаклланганлиги;
- қўйилган саволларга берилган жавобларнинг аниқ ва лўнда илмий асосланганлиги;
- ўтилган фан бўйича мустақил фикрлаш қобилиятини шаклланганлиги;
- тавсия этилган адабиётлар ва қўшимча манбаларни ўзлаштирганлиги.

Талабанинг фан бўйича ўзлаштириш кўрсаткичи қуйидаги мезонлар асосида баҳоланади:

- а) **86-100** балл учун талабанинг билим даражаси қуйидагиларга жавоб бериши лозим:
- хулоса ва қарор қабул қилиш;
 - ижодий фикрлай олиш;
 - мустақил мушоҳада юрита олиш;
 - олган билимларини амалда қўллай олиш;
 - моҳиятини тушуниш;
 - билиш, айтиб бериш;
 - тасаввурга эга бўлиш.
- б) **71-85** балл учун талабанинг билим даражаси қуйидагиларга жавоб бериши лозим:
- мустақил мушоҳада юрита олиш;
 - олган билимларини амалда қўллай олиш;
 - моҳиятини тушуниш;
 - билиш, айтиб бериш;
 - тасаввурга эга бўлиш.
- в) **56-70** балл учун талабанинг билим даражаси қуйидагиларга жавоб бериши лозим:
- моҳиятини тушуниш;
 - билиш, айтиб бериш;
 - тасаввурга эга бўлиш.
- г) қуйидаги холларда талабанинг билим даражаси 0-55 балл билан баҳоланиши мумкин:
- аниқ тасаввурга эга булмаслик;
 - жавобларда хатоликларга йўл қўйилганлик;
 - билмаслик.

Баҳолаш мезони Қуруқлик гидрологияси кафедрасининг 2011 йил август мажлисида муҳокама этилган (баённома №).

Тузувчи:

проф. Трофимов Г.Н.,
доц. Сирлибаева З.С.

Кафедра мудири

проф. Ф.Ҳ.Ҳикматов

ТАЪЛИМ ТЕХНОЛОГИЯСИ

Маълумки, таълим технологияси - “техник ва инсон ресурсларини ҳамда уларнинг ўз олдига таълим шакллари оптималлаштириш вазифасини қўйувчи ҳамкорлигини

Ҳисобга олган Ҳолда дарс бериш ва билимларни ўзлаштиришнинг барча жараёнларини яратиш, қўллаш ва белгилашнинг тизимли усули” Ҳисобланади (ЮНЕСКО).

Тизимли туркум (категория) каби таълим технологияси қўйидагиларни ифодалайди:

- педагогик тизимнинг таркибий қисмларини (компонентларини);
- таълим технологиясининг таркибий қисмларини (элементларини), унинг процессуал қисмини;
- таълим методикасининг кейинги даражасини – мақсадга эришиш учун услубий (методик) тизимни ўқув жараёни қатнашчиларининг ҳаракат изчиллигига айлантиради.

Мутахассисликка кириш курсини самарали ўқитиш мақсадида қўйидаги технологиялардан фойдаланиш кўзда тутилган:

- муаммоли ўқитиш;
- танқидий фикрлашни ривожлантирувчи технологиялар;
- ривожлантирувчи таълим технологиялари;
- ўйинли технологиялар;
- ҳамкорлик технологиялари;
- ўқитишнинг табақалаштирилган ва индивидуал технологияси;
- программалаштирилган ўқитиш технологияси;
- компьютер- ахборот технологиялари.

Фанни ўқитишда интерфаол усулларни қўллаш самарали натижа беради. Чунки, интерфаол усуллар талабаларда мантиқий, ижодий, танқидий, мустақил фикрлашни шакллантиришга, қобилиятларини ривожлантиришга, етук мутахассис бўлишларига ҳамда мутахассисга керакли бўлган касбий фазилатларни тарбиялашга ёрдам беради.

Қўйида курсни ўқитиш жараёнида қўллаш мумкин бўлган баъзи бир технологияларга тавсиф берамиз.

“ТАРМОҚЛАР” методи – талабани мантиқий фикрлаш, умумий фикр доирасини кенгайтириш, мустақил равишда адабиётлардан фойдаланишни ўргатишга қаратилган.

“БУМЕРАНГ” техникаси – талабаларни дарс жараёнида, дарсдан ташқарида турли адабиётлар, матнлар билан ишлаш, ўрганилган материалларни ёдда сақлаб қолиш, сўзлаб бера олиш, фикрни эркин Ҳолда баён эта олиш ҳамда бир дарс давомида барча ўқувчи талабаларни баҳолай олишга қаратилган.

“МУЛОҚОТ” техникаси – аудиториядаги талабалар диққатини ўзига жалб этиш, дарс жараёнида ҳамкорликда фаолият кўрсатишга, уни ташкил этишни ўргатишга қаратилган.

“ТАРМОҚЛАР МЕТОДИ” (Кластер) - фикрларнинг тармоқланиши – бу педагогик стратегия бўлиб, у талабаларни бирон бир мавзунини чуқур ўрганишларига ёрдам бериб, уларни мавзуга тааллуқли тушунча ва аниқ фикрни эркин ва очиқ равишда кетма-кетлик билан узвий боғлаган Ҳолда тармоқлашга ўргатади. Бу метод бирон мавзунини чуқур ўрганишдан аввал талабаларнинг фикрлаш фаолиятини жадваллаштириш ҳамда кенгайтиришга эришиш мумкин.

“БУМЕРАНГ” технологияси - мазкур технология бир машғулот давомида ўқув материалининг чуқур ва яхлит Ҳолатда ўрганиш, ижодий тушуниб этиш, эркин эгаллашга йўналтирилган. У турли мазмун ва характерга (муомала, мунозарали, турли мазмунли) эга бўлган мавзуларни ўрганишга яроқли бўлиб, ўз ичига оғзаки ва ёзма иш шакллари қамраб олади ҳамда бир машғулот давомида ҳар бир иштирокчининг турли топшириқларни бажариши, навбат билан ўқувчи ёки ўқитувчи ролида бўлиши, керакли баллини тўплашига имконият беради. “Бумеранг” технологияси танқидий фикрлаш, мантиқий шаклланишга имконият яратади; хотирани чархлайди, диққатни кучайтиради. Ҳояларни, фикрларни, далилларни ёзма ва оғзаки шаклларда баён қилиш кўникмаларини ривожлантиради. Мазкур метод тарбиявий характердаги қатор вазифаларни амалга

ошириш имконини беради: жамоа билан ишлаш маҳорати; муомалалилик; хушфезллик; қониқувчанлик; ўзгалар фикрига хурмат; фаоллик; раҳбарлик сифатларини шакллантириш; ишга ижодий ёндашиш; ўз фаолиятининг самарали бўлишига қизиқиш; ўзини ҳолис баҳолаш.

“СКАРАБЕЙ” технологияси - “Скарабей” интерактив технология бўлиб, у талабаларда фикрий боғлиқлик, мантиқий хотиранинг ривожланишига имконият яратади, қандайдир муаммони ҳал қилишда ўз фикрини очиқ ва эркин ифодалаш маҳоратини шакллантиради. Мазкур технология талабаларга мустақил равишда билимнинг сифати ва савиясини ҳолис баҳолаш, ўрганилаётган мавзу ҳақидаги тушунча ва тасаввурларни аниқлаш имконини беради. У айти пайтда, турли ғояларни ифодалаш ҳамда улар орасидаги боғлиқликларни аниқлашга имкон яратади. Мазкур технологиядан ўқув материалининг турли босқичларини ўрганишда фойдаланиш имконияти мавжуд.

“БЕЕР” технологияси - мураккаб, кўптармоқли, мумкин қадар, муаммо характеридаги мавзуларни ўрганишга қаратилган. Технологиянинг моҳияти шундан иборатки, бунда мавзунинг турли тармоқлари бўйича бир йўла ахборот берилади. Айти пайтда, уларнинг ҳар бири алоҳида нуқталардан муҳокама этилади. Масалан, ижобий ва салбий томонлари, афзаллик, фазилат ва камчиликлари, фойда ва зарарлари белгиланади.

Бу интерактив технология гидрологик прогнозлар курсида танқидий, таҳлилий, аниқ мантиқий фикрлашни муваффақиятли ривожлантиришга ҳамда ўз ғоялари, фикрларини ёзма ва оғзаки шаклда ихчам баён этиш, ҳимоя қилишга имконият яратади.

ЛЕКЦИИ

Лекция 1. Введение. Связь с другими науками. Краткая история развития. Гидрологические особенности Средней Азии.

План:

1. *Связь гидрометеорологии с другими науками*
2. *Кафедра Национального Университета Узбекистана*
3. *Гидрологический техникум*
4. *Гидрология в других науках*
5. *Учебные заведения, где изучают гидрологию и смежные науки*
6. *История гидрологии*
7. *Гидрологические особенности Средней Азии*

1 Связь гидрометеорологии с другими науками.

Под общим понятием *гидрометеорология* понимают две науки: гидрологию и метеорологию.

Природные воды на Земле и процессы, связанные с водой изучает комплекс наук, объединенных общим названием – *гидрология*. Термин происходит от греческих слов гидро – вода и логос – наука. Термин этот появился в 1694 году в книге, изданной Мельхиором во Франкфурте-на-Майне.

Метеорология – наука об атмосфере, ее строении и составе, тепловом и водном балансе, движении воздушных масс и т.д.

Чаще всего гидрологию (общую гидрологию) по объектам исследования делят на три части: *гидрологию морей (океанологию), гидрологию суши (точнее гидрологию поверхностных вод)*, которую часто называют просто гидрологией и *гидрологию подземных вод*, которую часто называют *гидрогеологией*.

В свою очередь гидрология суши делится на: гидрологию рек (устаревшее название потамология), гидрологию озер (лимнология, или озероведение), гидрология болот и гидрология ледников (часто называют гляциологией).

Внутри метеорологии обособился ряд научных дисциплин – *физика атмосферы, синоптическая метеорология, агрометеорология, климатология* и т.д.

1.2. Кафедры Национального университета Узбекистана

Кафедра гидрологии суши была организована в университете в 1945 году на географическом факультете. До 1947 года заведовал кафедрой известный в Средней Азии водохозяйственник Коржавин, а с 1947 года проф. Шульц В.Л.

Кроме В.Л.Шульца заведующими кафедры гидрологии были: профессора Щеглова О.П. и Г.Е.Глазырин, доценты Алимухамедов И.Р., Расулов А.Р., Сирлибаева З.С., в настоящее время заведует кафедрой проф. Хикматов Ф.Х.

В разное время на кафедре работали: – Гастунский А.Н., Джорджио З.В., Машуков П.М., Машрапов Р.М., Архипов В.А., Насыров М.А., Лукина Н.К., Шалатова Л.И., Косарева Т.С., Зудина Н.И., Дамладжанов К.А., Савельев А.В.

В настоящее время на кафедре работают, кроме упомянутого уже заведующего кафедрой Хикматова Ф.Х., профессора Глазырин Г.Е., Трофимов Г.Н., доценты Сирлибаева З.С., Саидова С.Р., Артыкова Ф.Я., Айтбаев Д.П., Аденбаев Б., старшие преподаватели Юнусов Г., Сагдеев Н.З.

Кафедра физики атмосферы была организована на физическом факультете примерно в 1940 году. Заведующими кафедры в разное время были проф. Джорджио В.А., Н.Н.Романов, Ю.В.Петров, Эгамбердиев Х.Т., в настоящее время заведует кафедрой профессор Мухтаров Т.М.

На кафедре ранее работали Билялов Р.Б., Губин В.И., д.т.н.Царев Б.К., Кислов Б.В., Саидназаров Х.С., Мукминова А.Г., Володина В.А. в настоящее время работают доценты: Петров Ю.В., Фатхулаева З.Н., Эгамбердиев Х., Бабушкин О.Л.

1.3. Гидрометеорологический техникум

К 1923 году в Турккесреспублике был только один вечерний Техникум. В 1924 г. была открыта Школа водных десятников и дневное отделение Гидротехникума. В сентябре 1933 г. был открыт первый в Средней Азии Гидрометеорологический техникум в

Ташкенте. В 1936 году техникум был закрыт. В 1942 году в Ашхабад был переведен Ростовский гидрометеорологический техникум и после землетрясения в г.Ашхабаде в 1948 г. техникум был переведен в Ташкент. Показательно, что составители истории развития гидрометеорологии в Средней Азии отмечают «трудно представить Гидрометслужбу среднеазиатских стран без специалистов, окончивших Ташкентский гидрометеорологический техникум и Среднеазиатский, а затем Ташкентский и, наконец, Национальный университет Узбекистана.

1.4. Гидрология в других вузах

Гидрологию и другие смежные науки – гидравлику, гидрометрию, расчеты речного стока и др. изучают студенты ТИИМСХ (Ирригационный институт), Транспортного института, Автодорожного института, Технического университета (факультет энергетики), Сельскохозяйственного института.

1.5. Гидрологические организации

Средняя Азия в целом и Узбекистан, в частности, находятся в аридной зоне, т.е. на территории с сухим и жарким климатом, где испарение с водной поверхности существенно превышает атмосферные осадки. Реки зарождаются в горной части региона, а сельское хозяйство существует за счет искусственного орошения полей.

- Главгидромет РУз – в составе областных Гидрометцентров 75 метеостанций и 119 водпостов на реках и водохранилищах
- НИГМИ – 5-6 отделов (гидрологии, метеорологии, агрометеорологии, климатологии, гляциологии, был отдел озер и водохранилищ, гидрохимии
- Ташгидропроект – отдел гидрологии в составе отдела изысканий
- Ташгипротранс – сектор гидрологии в отделе изысканий
- Узсувлойиха – сектор гидрологии
- Средазгипроводхлопок – отдел гидрологии
- САНИИРИ – отдел гидрологии
- Институт водных проблем АН Узбекистана – отдел гидрологии
- Узгазлойиха – группа гидрологии
- Ташавтодор – сектор гидрологии
- Гидроингео – группа гидрологии
- МЧС РУз – группа по борьбе с природными катастрофами
- Институт лесного хозяйства
- Водпроект
- Водоканал
- ПромНИИПроект

1.6. Учебные заведения, где изучается гидрология и смежные науки

- Национальный университет Узбекистана
- кафедры гидрологии суши (географический факультет), физики атмосферы (физический факультет), биологический факультет (кафедра почвоведения), геологический факультет (кафедра гидрогеологии), математический факультет (гидромеханика), химический факультет (гидрохимия, загрязнение природных вод).
- ТИИМСХ – кафедра гидрологии
- Автодорожный институт – кафедра автомобильных дорог и аэропорты
- Институт железнодорожного транспорта
- Сельскохозяйственный институт
- Технический университет Узбекистана – факультет энергетики

1.7. История гидрологии

Жизнь человека во все времена была тесно связана с водой. Многоводные реки, приносящие живительную влагу с далеких гор в плодородные низины, способствовали возникновению древнейших очагов культуры в Месопотамии, Египте, Индии, Китае, в

Средней Азии, на Армянском нагорье (государство Урарту), в Центральной и Южной Америке, с их внушительными гидротехническими сооружениями — ирригационными и судоходными каналами, дамбами, водохранилищами (некоторые из них, по данным археологов, были построены около 6000 лет тому назад). Для возведения этих сооружений гидротехникам древности несомненно надо было обладать какими-то, хотя бы самыми элементарными представлениями о режиме рек, с которыми они вели неравную борьбу, а для этой цели им надо было производить гидрологические наблюдения.

Поэтому гидрология может по праву считаться одной из древнейших наук в мире.

И вместе с тем она является одной из самых молодых научных дисциплин.

В то время, когда на территории современной Финляндии и Карелии еще, возможно, кое-где таяли остатки льдов последнего периода оледенения, а река Нева еще не успела образоваться, в далеком Египте жрецы уже вели простейшие гидрологические наблюдения — отмечали на скалах в 400 км выше Асуана уровни воды во время разливов Нила.

Однако понадобилось несколько тысячелетий для того, чтобы гидрология выкристаллизовалась в самостоятельную научную дисциплину. Произошло это в начале XX в. В конце 19-го столетия гидрология еще обычно рассматривалась как часть физической географии, иногда ее относили к гидротехнике или гидравлике. С основами гидрологии студенты знакомились из курсов климатологии, мелиорации, внутренних водных путей и т. п. И лишь в начале XX в. определилось содержание гидрологии как самостоятельной науки, в некоторых университетах и технических институтах Германии, Франции, России, США стали читаться специальные курсы гидрологии, появились первые учебные пособия по этой дисциплине.

Вот почему гидрологию можно считать одновременно и древней, и молодой наукой.

Важным рубежом в истории развития гидрологии стал конец 17-го столетия. В последней четверти этого столетия французские ученые Пьер Перро, Эдм Мариотт и англичанин Эдмунд Галлей на основании экспериментальных измерений и расчетов осадков, стока и испарения впервые установили количественные соотношения главных фаз круговорота воды, опровергнув господствовавшие в то время фантастические представления о происхождении рек, источников и подземных вод. Измерения, расчеты и эксперименты Перро, Мариотта и Галлея, выполненные 300 лет тому назад, несмотря на их приближенный характер и смелые допущения, заложили прочную основу для последующего плодотворного развития гидрологии. Недаром ЮНЕСКО (Организация Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры) постановила отметить в 1974 г. на Международной гидрологической конференции в Париже трехсотлетие научной гидрологии, приурочив этот юбилей к трехсотлетней годовщине выхода в свет книги П. Перро «О происхождении источников» (Париж, 1674).

Таким образом, родиной научной гидрологии можно по справедливости считать Францию.

Французские ученые внесли крупнейший вклад в развитие науки о природных водах не только в XVII в., но и позднее, в частности в 19-м столетии, когда трудами Ф. Э. Бельграна, Л. Шези, Ж. Сен-Венана, Л. Фарга и других были заложены основы некоторых новых направлений современной гидрологии. XVII век ознаменовался в истории гидрологии еще и быстрым развитием гидрометрии — раздела гидрологии, занимающегося разработкой методов и приборов для наблюдений за режимом природных вод, в первую очередь за стоком рек. Основные достижения в данной области в этот период принадлежали итальянским ученым.

По-видимому, и самый термин «гидрометрия» был создан итальянским гидравликом и гидротехником Д. Гульельмини в 1694 г., когда ему предложили занять основанную специально для него кафедру «по измерению - текучих вод» в Болонском университете.

Если Францию следует считать родиной научной гидрологии, то Италию можно назвать колыбелью современной гидрометрии.

Знаменательно, что первая книга, носящая название «Гидрология», а может быть, и сам этот термин, тоже появилась в конце XVII в. В 1694 г. во Франкфурте-на-Майне, в Германии, вышла ставшая теперь большой библиографической редкостью

книга немецкого ученого Эбергарда Мельхиора под несколько неожиданным названием «Гидрология в трех частях, то есть: краткая, но основательная беседа о воде, которую... вел Нептун со своей страдающей богиней источника Швальб». В книге описываются целебные минеральные источники Висбадена (Германия), в частности источник Швальбах, а также затрагивается вопрос о происхождении холодных и горячих источников и об их значении для здоровья человека.

В русской литературе термин «гидрология» появился, по всей вероятности, лишь во второй половине 18-го столетия.

В статье П. Варгентина «О натуральной истории вообще», напечатанной в марте 1762 г. в «Сочинениях и переводах, к пользе и увеселению служащих», читаем: «...под каким бы названием не рассуждать о воде, однако знание оной, то есть гидрологии, есть полезная и нужная часть натуральной истории...» (цитируется по книге И. А. Федосеева «Развитие гидрологии суши в России», стр. 3).

Таким образом, можно сказать, что гидрология суши в процессе своего исторического развития пережила как бы три рождения — на заре истории, затем в XVII в., и, наконец, в начале 20-го столетия.

Мировая литература по истории гидрологии крайне скудна. Наиболее полно освещена история русской, а затем советской гидрологии в обстоятельных трудах И. А. Федосеева, Б. Д. Зайкова, А. А. Соколова и А. И. Чеботарева, а также в статьях, опубликованных в периодических гидрологических изданиях В. Г. Глушковым, В. М. Родевичем, Л. С. Бергом, Д. Л. Соколовским, М. Ф. Срибным, Г. И. Швецом, М. И. Львовичем и др.

Книга канадского гидролога А. Бисваса, автора ряда статей по истории преимущественно раннего периода гидрологии, является, пожалуй, первым опытом в этой области. В оригинале она называется «История гидрологии». Это многообещающее название несколько обманчиво, оно значительно шире содержания книги, доведенной лишь до 19-го столетия. Таким образом, автор освещает в основном лишь «предысторию» и ранний период гидрологии, причем он не затрагивает многих существенных направлений и важных проблем, впервые возникших в гидрологии в 19-м столетии. Наиболее подробно в книге Бисваса изложены гидрологические идеи и воззрения, господствовавшие в эллинский и римский периоды. Ранние этапы развития научной гидрологии в 17—18-м столетиях описаны с заметным уклоном в сторону гидравлики и измерительной техники (гидрометрии). Этим же грешит и единственная, к сожалению, глава, посвященная 19-му столетию, в которой, как уже было отмечено, недостаточно полно отражен ряд крупных разделов гидрологии и гидрологических проблем, впервые появившихся в этом столетии. К их числу относятся учение о реках и речном стоке, русловые процессы, гидрология озер, гидрологические прогнозы и др.

Большинство научных выводов современной гидрологии основано на многолетних наблюдениях широко разветвленной сети гидрологических станций и постов. Эти наблюдения являются фундаментом, на котором базируются инженерно-гидрологические расчеты и прогнозы, связанные с проектированием, строительством и эксплуатацией гидротехнических сооружений. Наряду с метеорологическими станциями, гидрологические станции и посты можно теперь встретить во всех самых отдаленных и «экзотических» районах земного шара, их общее число в настоящее время достигает во всем мире многих десятков тысяч.

Подобно тому, как климатология и метеорология, в частности синоптика, получили возможность развиваться лишь после накопления материалов наблюдений метеорологических станций, так и основные закономерности гидрологических явлений и процессов могли быть установлены лишь после организации планомерных и регулярных стационарных наблюдений за режимом рек, озер и других водных объектов — в первую очередь за уровнем воды, расходом воды в реках, наносами, температурой воды, ледовыми явлениями, химическим составом воды и т. д.

Не случайно, что зарождение гидрологической науки связано именно с наблюдениями за уровнем воды на одной из крупнейших рек мира — Ниле, на которой сохранились и первые, дошедшие до нас, гидрометрические сооружения — водомерные посты, «ниломеры». В Древнем Египте их было около 30 — целая гидрометрическая сеть. Создателем одного из «ниломеров» был среднеазиатский ученый средневековья аль-Фаргани. Любопытно, что название «ниломеры» в некоторых странах применялось и к современным водомерным устройствам, ничего

общего с Нилом не имеющим. Так, в США в конце 19-го столетия «ниломерами» (nilometers) назывались приборы для автоматической записи уровня воды (самописцы уровня, которые позднее стали именовать лимниграфами), причем иногда в их названиях встречались несколько необычные словосочетания, например «ниломер типа Вайоминг».

Во Франции в 18-м столетии водомерные рейки тоже именовали ниломерами.

Первые водомерные посты в Европе, на которых производились регулярные наблюдения за уровнем воды и по которым частично сохранились данные наблюдений, относятся к 18-му столетию.

В России первый водомерный пост был устроен по приказу Петра I, на Неве у Петропавловской крепости в 1715 г. Через несколько лет после открытия поста на Неве появились посты на Ладожском озере, Валдайских озерах, на уральских заводских прудах. Во второй половине 18-го столетия были устроены Адмиралтейской коллегией водомерные посты на Северной Двине у Архангельска (1752 г.), на Волге у Астрахани (1792 г.) и др. К этому же времени относится и появление водомерных постов на некоторых крупных реках Западной Европы— на Рейне, Дунае, Эльбе (у Магдебурга с 1727 г.), Сене (у Парижа с 1732 г.), Тибре (у Рипетто с 1782 г.). Однако эти единичные посты, на которых наблюдения велись только за колебаниями уровня воды, иногда и за ледовыми явлениями, нельзя еще рассматривать как ячейки созданной по определенному плану и с определенными задачами государственной гидрологической сети. Такие сети гидрологических станций и постов появились только во второй половине 19-го столетия, в связи с организацией в ряде стран первых специальных учреждений по изучению гидрографии рек и их гидрологического режима.

Как правило, эти учреждения создавались после больших наводнений, причинявших огромные убытки (наводнения в бассейнах Сены, Луары, Роны во Франции в 1830—1840-х годах, на реках Рейне, Одере, Эльбе в Германии в период 1870—1890 гг. и т. д.). Главной их задачей было изучение причин образования катастрофических паводков, вызывавших наводнения, и разработка мер борьбы с ними. Старейшими организациями такого рода явились созданные во Франции в 1853—1854 гг. Гидрометрические службы бассейнов рек Луары и Сены.

Деятельность этих служб, а также организованных позднее аналогичных служб в других речных бассейнах Франции (Гаронны, Роны, Маас [Мез] и др.) была направлена преимущественно на изучение паводков с целью разработки методов их прогноза, вследствие чего эти службы получили впоследствии название Службы гидрометрических исследований и оповещения о паводках.

Несколько другой характер носили гидрологические учреждения, основанные в конце 19-го столетия в ряде небольших государств (нынешних «земель»), входивших в состав тогдашней Германии. Прототипом их явилось созданное в 1883 г. в герцогстве Баденском (расположенном на юге Германии вдоль правобережья Рейна) Центральное метеорологическое и гидрографическое бюро. Отличительная его особенность состояла в том, что оно руководило сетью, как гидрологических станций, так и метеорологических, и его деятельность объединяла чисто гидрологические исследования (изучение паводков Рейна, составление гидрографических очерков по отдельным рекам и т. п.) с исследованиями метеорологическими.

Очень схожими по своей деятельности с Баденским бюро были гидрологические и гидрографические учреждения других государств, входивших в состав Германии, например основанное в 1892 г. Прусское управление по изучению вод, Баварское (1898 г.) и др. Все эти местные гидрологические учреждения были объединены в единое Управление по изучению вод Германии лишь в 1936 г.

В Австрии централизованная Гидрографическая служба действует с 1895 г. (в Венгрии она была организована раньше, в 1886 г., и может считаться третьей по старшинству в Европе, после Французской и Баденской), в Швейцарии — с 1891 г.

В Италии и скандинавских странах центральные гидрологические учреждения появились в первом десятилетии 20-го столетия, а в Англии — позднее в 1930 г. В США производство всесторонних исследований вод, как поверхностных, так, и подземных, было поручено созданной в 1876 г. Геологической службе (XJ. S. Geological Survey). В 1889 г. в ее составе был учрежден Отдел водных ресурсов, с обширной сетью гидрометрических станций и постов, организатором и первым

руководителем которого стал молодой энергичный инженер Ф. Ньюэлл; ему принадлежит приоритет в составлении первой карты речного стока (для территории США).

В России гидрологические учреждения, осуществляющие методическое руководство гидрологическими исследованиями и работой сети гидрологических станций, появились с 1919 года (Российский, ныне Государственный гидрологический институт с 1919 г., Гидрометеорологический Комитет, затем Главное Управление гидрометеорологической службы с 1929 г.), хотя вопрос об учреждении «Центральной гидрографической службы» был поднят уже в 1896 г. на III съезде русских деятелей по водным путям инженером Л.И.Квицинским.

В 19-м столетии гидрографические и гидрологические исследования в России велись в основном министерством путей сообщения — преимущественно на крупных судоходных реках и министерством земледелия — на малых реках, в связи с работами по орошению и осушению.

Гидрологическая сеть в ее современном понимании была создана в основном в 70-х гг. XIX века в связи с организацией Навигационно-описной комиссии министерства путей сообщения. За последнюю четверть XIX-го столетия число водомерных постов возросло со 132 в 1876 г. до 554 в 1900 г., т. е. увеличилось более чем в 4 раза. В этот период крупные реки использовались почти исключительно для судоходства, применительно к его задачам и была поставлена программа наблюдений на гидрологической сети. Она сводилась в основном к наблюдениям за уровнем воды и вскрытием и замерзанием рек. Все же на небольшом числе пунктов наблюдений Навигационно-описной комиссии были начаты измерения расходов воды (таких пунктов, названных гидрометрическими станциями, было всего около 20, они были открыты на Волге, Северной Двине, Днепре). Эти чрезвычайно важные для познания рек измерения получили широкое развитие лишь в текущем столетии, главным образом в связи с возросшим использованием рек для орошения и энергетических целей.

Результаты наблюдений гидрологических станций и постов публикуются ежегодно почти во всех странах мира, а в виде официальных — изданий — гидрологических ежегодников. Эти издания содержат систематизированные данные по режиму рек и озер — по уровням и расходам воды, ледовым явлениям, наносам и т. д.

Издание ежегодников было начато в Австрии в 1893 г., в Венгрии — в 1896 г., в Баварии — в 1898 г., в США — в 1906 г. и т. д. В России первый том «Сведений о стояниях уровня воды на реках и озерах Европейской России по наблюдениям на 80 водомерных постах» был опубликован в 1881 г. Навигационно-описной комиссией министерства путей сообщения.

Гидрологические ежегодники, в которых собран к настоящему времени колоссальный цифровой материал — данные наблюдений за десятки лет по многим тысячам гидрологических станций — представляют собой воистину золотой фонд гидрологической информации, широко используемый гидрологами и гидротехниками во всех странах мира для гидрологических исследований, для расчетов при проектировании крупнейших гидротехнических сооружений и для прогнозов гидрологического и ледового режима рек» озер и водохранилищ.

Большинство научных дисциплин в процессе своего развития проходят последовательно следующие основные этапы: описание изучаемых явлений и процессов — объяснение — предвидение. Научный прогноз, основанный на тщательном изучении причинно-следственных связей, является обычно высшим этапом, завершающим становление данной научной дисциплины.

Примерно по такому же пути шло и развитие науки о природных водах, гидрологии, входящей, наряду с геологией и метеорологией, в комплекс наук о Земле.

Первые данные описательного характера, касающиеся рек и озер, встречаются у географов и историков древности, предпринимавших дальние путешествия в таинственные страны, примыкавшие к тогдашнему «обитаемому миру» — ойкумене.

Так, крупнейший греческий ученый, географ и историк Геродот, посетивший в середине V в. до н. э. северное побережье Черного моря (Скифию), упоминает о крупных реках Истре (Дунае), Тирасе (Днестре), Борисфене (Днепре), Танаисе (Доне).

Греческий географ Страбон (ок. 60 г. до н. э., — ок. 20 г. н. э.), описывая Закавказье, приводит сведения о реках Фазисе (Риони), Куре, Арагви, Алазани. Величайший географ древности греческий ученый Клавдий Птолемей (II в. н. э.) сообщает довольно точные гидрографические данные о Волге, которую он называет Ра; он пишет, что Ра образуется слиянием двух рек: одна из них берет начало в горах Гиперборейских (Северный Урал) — это, очевидно, Кама, а другая течет с запада, с гор Будинских (Валдайская возвышенность). Птолемей указывает также, что Волга в нижнем течении близко подходит к Дону и впадает в замкнутое Каспийское море.

Любопытно, что Птолемей был до некоторой степени прав, считая, что Волга образуется слиянием двух больших рек: водоносность Волги и Камы (собирающей свои воды в основном с западного склона Урала) в месте их слияния почти одинакова. Таким образом, Каму можно считать с некоторым основанием не просто притоком Волги, а одной из двух составляющих Нижней Волги.

Сбор общих описательных сведений о реках и озерах в труднодоступных районах земного шара продолжали попутно со сбором других сведений географического характера первые землепроходцы, затем путешественники-одиночки и специально снаряженные географические экспедиции во все времена, вплоть до XX в. Однако история накопления общих гидрографических сведений о водах суши относится больше к истории географических открытий, чем к истории гидрологии, поэтому мы ее касаться не будем и перейдем к краткой характеристике некоторых специальных гидрографических исследований рек, во время которых, наряду с общими сведениями по гидрографии, были получены и первые данные по гидрологии водных объектов, по их гидрологическому режиму,

Следует подчеркнуть, что впервые исследования подобного рода в широком масштабе были проведены в России, в эпоху преобразований Петра I, который правильно оценил огромное значение речных водных путей в условиях ужасающего бездорожья, царившего на бескрайних пространствах нашей страны.

Петр предпринял крупные работы по улучшению судоходных условий рек и строительству судоходных каналов, в том числе таких, которые соединяют реки, принадлежащие к различным речным бассейнам. С этой целью были произведены гидрографические описания рек Дона, Западной Двины, Невы, обследовано большое число волоков. В эпоху Петра была создана Вышневолоцкая водная система, соединившая реки Балтийского и Каспийского бассейнов, сооружен шлюзованный канал между верховьями Оки и Дона, предпринята попытка (впрочем, безуспешная) строительства Волго-Донского канала, во время которой был впервые измерен расход воды Волги.

После смерти Петра гидрографические работы и гидротехническое строительство на реках продолжались с еще большим размахом в течение всего XVIII в. Не ослабевали они и в XIX в. Как бы вершиной и завершением гидрографических исследований рек России явилась деятельность Навигационно-описной комиссии министерства путей сообщения, созданной в 1875 г. и в 1884 г. слившейся с Департаментом водяных и шоссейных сообщений того же министерства. В состав комиссии и ее изыскательских партий вошли крупнейшие специалисты по речным исследованиям, такие как П. А. Фадеев, Н. А. Богуславский, Н. С. Лелявский, В. М. Лохтин, П. И. Максимович и многие другие. С 1875 по 1900 г. были проведены детальные исследования ряда крупных судоходных рек, в том числе Волги, Днепра, Северной Двины, Оби, Иртыша, Амура. Одновременно с проведением гидрографических исследований Навигационно-описная комиссия открывала на судоходных реках водомерные посты и гидрометрические станции, тем самым было положено начало созданию постоянной сети гидрологических наблюдательных пунктов и систематическому стационарному изучению гидрологического режима рек. Богатейшие материалы, собранные изыскательскими партиями, были опубликованы в виде карт, атласов, монографий, очерков по отдельным рекам; эти издания частично не утратили своего значения и до настоящего времени. В результате деятельности комиссии был накоплен огромный опыт производства гидрографических и гидрометрических работ, разработана и усовершенствована их методика, составлен ряд инструкций по производству этих работ.

Гидрографические исследования, проведенные в период деятельности Навигационно-описной комиссии и сменивших ее организаций министерства путей сообщения, стали подлинной школой русских гидрологов и гидротехников.

В силу многих исторических обстоятельств и географических условий трудно найти за рубежом аналоги этих исследований, осуществленных русскими инженерами в конце XIX в. Некоторое сходство с ними по содержанию, но не по масштабам, имеют гидрографические и гидрологические исследования ряда крупных рек Германии, проведенные в этот же период в целях изучения паводков, вызываемых ими наводнений, их причин и мер борьбы с ними. Среди них следует отметить исследования рек Одера, Эльбы, Везера и Эмса, выполненные Прусским управлением по изучению вод под руководством Г. Келлера, а также исследование Рейна и его главных притоков, произведенные Баденским Центральным метеорологическим и гидрографическим бюро под руководством Гонзелля и Тейна. Результаты этих работ были опубликованы в виде капитальных монографий по перечисленным выше рекам.

В США интенсивные гидрографические исследования рек проводились в первой половине XIX в. в восточной части страны в связи со строительством судоходных каналов. Наиболее значительным из них был канал Эри (сооружён в 1817—1825 гг.), соединивший систему Великих озер с р. Гудзон. С тех пор он подвергался многократным реконструкциям, однако продолжает работать и поныне. К этому же периоду относится и изучение рек Огайо и Миссисипи с точки зрения их судоходных условий.

По мере проникновения американской колонизации на запад постепенно охватывались гидрографическими обследованиями и реки западнее Миссисипи. В 50-х гг. прошлого века была снаряжена экспедиция для обследования р. Колорадо (предназначенное для нее небольшое паровое судно было отправлено в разобранном виде из Бостона морем до Панамского перешейка, перевезено по суше через перешеек и затем доставлено на корабле в устье р. Колорадо в вершине Калифорнийского залива). Особенно прославился своими экспедициями по изучению знаменитых каньонов р. Колорадо исследователь Дальнего Запада Дж. Поуэлл. С небольшой группой смельчаков он прошел на лодках 1000-километровый участок р. Колорадо, на котором она течет, образуя многочисленные пороги, среди отвесных склонов высотой местами почти 2 км.

К этому же периоду (1850—1860 гг.) относятся и работы по детальной топографической и гидрографической съемке огромной территории дельты р. Миссисипи, во время которой А. Гемфрисом и Х. Абботом были произведены ценные гидрологические исследования (А. Бисвас пишет о них в последней главе своей книги).

Позднее, в 70—80-х гг. XIX в., гидрографическими и гидрометрическими исследованиями были охвачены и реки Калифорнии (Сакраменто, Сан-Хоакин и др.). После золотой лихорадки 1849 г. в долинах этих рек население быстро увеличивалось, и получение воды для орошения сельскохозяйственных культур стало острой проблемой.

Приведем в заключение даты гидрографических обследований устьевых участков еще трех крупных рек мира (выполненных соответственно Дж. Риви, Р. Гордоном и Ф. Ньюэллом), во время которых были впервые измерены расходы воды этих рек:

1874 г. — р. Парана (Южная Америка), 1875 г. — р. Иравади (Юго-Восточная Азия), 1889 г. — р. Рио-Гранде (США и Мексика).

Любопытно, что расход Амазонки, величайшей реки мира, сток которой составляет около 15% стока в океан всех рек земного шара, был (главным образом из-за технических трудностей) впервые точно измерен лишь в 1963 г. — через 463 года после ее открытия Винсенте Пинсоном.

Во второй половине XIX в. во многих странах мира был уже накоплен довольно значительный объем гидрографических сведений о реках и собраны некоторые данные о речном стоке в различных районах земного шара. Это дало возможность перейти от описаний гидрологических явлений и процессов к их изучению и объяснению, приступить к научным обобщениям, в первую очередь к разработке учения о речном стоке и водном балансе речных бассейнов, а также к изучению круговорота воды на земном шаре, что можно считать одним из главных достижений гидрологии в XIX в. Начало этому направлению в гидрологии суши было положено еще в конце XVII в. Перро и Мариоттом. Впоследствии, уже во второй половине XX-го столетия, исследования водного баланса

приобрели исключительно важное практическое значение для рационального ведения водного хозяйства в условиях все возрастающего недостатка пресной воды во многих районах земного шара. Воднобалансовые исследования были поставлены во главу угла программы работ по Международному гидрологическому десятилетию, проводившемуся по решению ЮНЕСКО в 1965—1974 гг. в большинстве стран мира.

В историю зарубежной и отечественной гидрологии вошли исследования зависимости стока от осадков и других физико-географических факторов, выполненные в XIX в. для следующих речных бассейнов: Сены до Парижа (Ф. Араго, 1834), Миссисипи (А. Гемфрис и Х. Аббот, 1861), всего бассейна Сены (Ф. Э. Бельгран, 1872), Дуная (А. Пенк, 1890), верхней Волги (М. А. Рыкачев, 1895), Одера (Г. Келлер, 1896), Днепра (Н. И. Максимович, 1902), Оки (Е. А. Гейнц, 1903), верхнего Днепра (Е. В. Оппоков, 1904).

Большое значение для всего дальнейшего развития гидрологии в нашей стране имели исследования по гидрологии рек выдающегося русского климатолога и географа А. И. Воейкова (1842—1916). В опубликованном им в 1884 г. классическом труде «Климаты земного шара, в особенности России» и в статье «Реки России», появившейся в том же году, Воейков высказал и развил много глубоких и оригинальных мыслей о круговороте воды и водном балансе суши. Анализируя соотношение между осадками и испарением (зависящим в основном от температуры воздуха) в различных географических районах, Воейков пришел к выводу, что именно это соотношение определяет режим рек и озер в данном районе и даже густоту речной сети. Это основное положение гидрологии Воейков сформулировал в «Климатах земного шара» в следующих словах: «При прочих равных условиях, страна будет тем богаче текучими водами, чем обильнее осадки и чем менее испарение как с поверхности почвы и вод, так и растений. Таким образом, реки можно рассматривать как продукт климата».

Это положение Воейкова можно выразить в виде следующего уравнения водного баланса речного бассейна: речной сток равен осадкам минус испарение с поверхности речного бассейна.

Уравнение водного баланса в таком виде было предложено только через 12 лет после Воейкова немецким географом и геоморфологом А. Пенком, опубликовавшим в 1896 г. работу под названием «Исследование испарения и стока с больших площадей суши», в которой он высказал положение, что «карта атмосферных осадков в бассейне реки есть в то же время и карта речного стока в нем».

Уравнение водного баланса Пенка имеет вид

$$x = z + y,$$

где x — атмосферные осадки, z — испарение с речного бассейна, y — речной сток.

Уравнение в таком виде действительно только для многолетнего периода (для средних многолетних величин осадков, испарения и стока). Для сравнительно коротких годовых рядов, для отдельных лет и для более коротких периодов времени уравнение это может оказаться неточным вследствие накопления влаги (от выпавших осадков) в грунтах бассейна в одни (влажные) годы и расходования влаги в другие (засушливые) годы. В среднем за многолетний период накопление и расходование влаги взаимно уравниваются. Поэтому Е. В. Оппоков, которого Воейков назвал «одним из самых выдающихся гидрологов России», предложил ввести в уравнение Пенка дополнительный член $\pm u$, учитывающий расходование влаги из грунта в засушливые годы и накопление запасов влаги в более дождливые годы:

$$y = x - z \pm u.$$

Уравнение это вошло в гидрологическую литературу под названием уравнения Пенка — Оппокова.

Во второй половине XIX в. некоторые ученые (Э. Х. Ленц, А. И. Воейков в России, Е. Лумис в США, Дж. Мёррей в Англии, А. Зупан в Германии и др.) предпринимают попытки определения двух основных составляющих баланса круговорота воды — осадков и речного стока в океан — для всего земного шара в целом. Вследствие скудности имевшихся к этому времени фактических данных об осадках и стоке, что было связано со слабым развитием мировой сети метеорологических и гидрологических станций, определения эти могли дать лишь порядок величин указанных элементов мирового водного баланса.

Например, Джонстон и Меткалф, каждый в отдельности, произвели (ранее 1868 г.) подсчет среднего суммарного стока рек земного шара в океан. Оба они основывались в своих подсчетах только на количестве осадков, выпадающих на суше. Меткалф получил сток, равный 135 млрд. м³ в сутки, или 49 000 км³ в год, а Джонстон — 175 млрд. м³ в сутки, или 64000 км³ в год. Известный французский географ Э. Реклю, изложивший результаты подсчетов Меткалфа и Джонстона в своем труде: «Земля, описание явлений жизни земного шара, ч. 1. Континенты», нашел их преувеличенными и произвел пересчет, взяв за основу не величину осадков, а фактические данные о расходах воды 11 рек земного шара — Дуная, Рейна, Роны и По в Европе, Нила в Африке, Шатт-оль-Араба, Инда, Ганга и Хуанхэ в Азии, Миссисипи и Аtrato — в Америке. Реклю считал, что общая площадь бассейнов этих рек составляет 11 млн. км², или около 1/10 всей площади суши (на самом деле площадь этих бассейнов, по современным данным, равна примерно 10 млн. км², или около 1/13 всей площади суши, не считая Антарктиды). Общий расход перечисленных рек Реклю определил равным 55 000 м³/сек (по современным данным, он составляет около 50 000 м³/сек). Далее Реклю принял сток с остальной части суши, т. е. с 9/10 ее площади, пропорционально равным этой площади, и получил суммарный сток в океан, равный 650 000 м³/сек (правильнее с точки зрения арифметики было бы принять цифру 550 000 м³/сек, так как 55 000×10 составляет 550 000, а не 650 000). Однако учитывая, что «некоторые тропические реки отличаются огромной водоносностью, в особенности Амазонка, средний расход которой, вероятно, составляет 80—100 тыс. м³/сек» (в действительности он приблизительно в два раза больше), Реклю увеличил полученную им цифру суммарного стока на 1/3 и принял окончательную величину общего притока речных вод в океан равной 1 000 000 м³/сек, или 31500 км³ в год. По последним исследованиям Государственного гидрологического института, суммарный сток рек в океан равен 42400 км³ в год (без учета поступления воды за счет льдов, выносимых в океан из ледникового покрова Антарктиды, а также без учета подземного стока воды с суши в океан).

Таким образом, сравнение принятой Э. Реклю величины суммарного речного стока в океан, с современными данными показывает, что Реклю, несмотря на крайнюю скудность имевшихся в его распоряжении исходных данных, все же сумел с помощью элементарного гидрологического анализа получить довольно точные результаты: расхождение его данных с современными не превышает 25%.

Реклю подчеркивал в своем труде, что выполненные им расчеты — «предварительные» и что полученные им результаты будут постепенно уточняться по мере накопления данных по стоку рек земного шара. В этом он был совершенно прав, и он сам возвращался к своим расчетам несколько раз.

Разработка методов прогноза элементов гидрологического режима рек, являющаяся в настоящее время одним из наиболее важных разделов прикладной гидрологии, началась в 50-х гг. прошлого века во Франции.

Мысль о необходимости организации службы прогнозов о паводках возникла среди французских инженеров в связи с постигшими Францию в 30—40-х гг. прошлого века стихийными бедствиями — наводнениями в бассейнах рек Луары, Сены, Роны и др. Причиной всех этих наводнений были сильные ливни во время дождливых зим. Напитанные влагой речные водосборы не могли задержать сток ливневых вод, и уровни воды на реках достигали небывалой высоты. Убытки от наводнений в густонаселенных долинах Луары и Сены были огромны. Пострадала от наводнений и столица Франции Париж.

Изучить причины катастрофических подъемов воды и разработать способы предупреждения о наводнениях было поручено молодому в то время инженеру-гидротехнику Ф. Э. Бельграну, который посвятил этой задаче свыше 20 лет. Используя наблюдения организованной им сети гидрометрических станций, водомерных и дождемерных постов в бассейне р. Сены, Бельгран исследовал общие закономерности возникновения паводков в зависимости от выпавших дождей, степени водопроницаемости слагающих речной водосбор горных пород, расположения притоков и других факторов. Полученные результаты Бельгран обобщил в классической монографии, изданной в 1872 г.: «Река Сена. Гидрологические исследования. Режим осадков, источников, водотоков. Применение в сельском хозяйстве».

Первые опытные прогнозы были выпущены Бельграном в 1850 г., а в 1854 г. прогнозы паводков на р. Сене, в частности у Парижа, выпускались уже официально и сообщались в административные органы для принятия предупредительных мер.

Прогнозы составлялись по методу соответственных уровней. Этот метод основан на том, что паводок, начавшийся в верхнем течении реки, постепенно продвигается вниз по реке с определенной скоростью (на равнинных реках около 40—60 км в сутки), претерпевая при этом некоторые закономерные изменения. Зная высоту паводка (уровня воды) по показаниям водомерных постов в верхнем течении реки, продолжительность продвижения паводка от этих постов до одного из постов в нижнем течении и изучив характер изменения высоты паводка по длине реки (в частности, в зависимости от впадения притоков), можно предсказать высоту паводка (уровня воды) на нижнем посту. Расстояние между верхними и нижними постами предопределяет заблаговременность прогноза: чем больше это расстояние, тем продолжительнее, при прочих равных условиях, продвижение паводка от верхних до нижних постов и с тем большей заблаговременностью можно составить прогноз. Для Парижа предварительный прогноз выпускался за 8 дней до прохождения пика паводка. Точность предварительного прогноза составляла ± 50 см при максимальном подъеме уровня воды во время паводка около 5—6 м. Затем, по мере продвижения паводка вниз по течению, прогноз постепенно уточнялся, и за сутки до наступления наивысшего уровня у Парижа точность прогноза доходила до 10—20 см.

Созданная Бельграном служба гидрологических прогнозов и информации в бассейне Сены, которой он руководил до самой своей смерти (1878 г.), послужила образцом при организации подобных служб в конце XIX в. в бассейнах других рек Франции (Луары, Мёз ([Маас], Гаронны и др.), которыми руководили ученики Бельграна (Аллар, Бабине, Вуазен, Лемуан, Мазуйе и др.), а также в Германии (бассейны Рейна, Одера и Эльбы), где совершенствованием методики прогнозов занимались А. Гарляхер и Х. Рихтер, и в Австрии (в бассейне Дуная и Эльбы) под руководством инженеров Мааса, Печа, Ишковского.

В России вопрос о практической важности организации службы предупреждения о наводнениях впервые поставил А. И. Воейков в 1884 г., в своей замечательной статье «Реки России», в которой он подчеркивал особую важность исследований и прогнозов весеннего половодья, зависящего в основном от количества снега, накопившегося в бассейне реки к весне и от условий и интенсивности его таяния. Обширная программа исследований и наблюдений, необходимых для разработки методов прогнозов половодья, предложенная Воейковым, была полностью осуществлена лишь в XX в.

Регулярный выпуск гидрологических прогнозов в России был организован впервые в 1894 г. на Волге, в Казанском округе путей сообщения, инженером В. Г. Клейбером. Прогнозы составлялись по методу соответственных уровней, однако, в отличие от прогнозов Бельграна, прогнозировались не наивысшие уровни паводков, а наименьшие глубины на перекатах, представлявших серьезные помехи для судоходства. На некоторых перекатах (общее число их от Рыбинска до устья доходило до 200) глубины в летнее маловодье уменьшались примерно до 1 м и такие перекаты становились временно непроходимыми для судов вплоть до естественной прибыли воды от дождей или углубления судового хода на перекате землечерпательным снарядом. Прогнозы выпускались с довольно значительной заблаговременностью — до 10—15 дней и отличались хорошей оправдываемостью (в среднем в пределах 5—10 см).

В последние годы 19-го столетия Главная физическая обсерватория России начала прогнозировать с помощью синоптических карт подъема воды в устье р. Невы, связанные с прохождением циклонов над Балтийским морем; эти прогнозы, в частности, были использованы для вывода броненосца «Севастополь» из Невы в октябре 1898 г.

Централизованная служба гидрологических прогнозов в России была создана лишь в 30-х гг. текущего столетия.

Мы коснулись лишь нескольких направлений в развитии гидрологической науки в XIX в. - стационарных и гидрографических исследований, водного баланса, гидрологических прогнозов. Для более полного представления о том, какие успехи были достигнуты гидрологией рек в прошлом веке, необходимо еще упомянуть об

изучении переноса речным потоком наносов и процессов формирования речного русла, т. е. образования излучин, плесов, перекатов и т. п.

Широкое развитие эти исследования получили в то время во Франции, где ими занималась целая плеяда талантливых инженеров-гидротехников — А. Баумгартен, П. Дюбуа, Л. Ж. Фарг, Г. Жирардон и др. Исключительно ценный вклад в развитие учения о русловом процессе внесли русские ученые, инженеры-путейцы Н. С. Лелявский и В. М. Лохтин; исследования В. М. Лохтина получили высокую оценку и признание его французских коллег, некоторые из его трудов не утратили своего научного значения и по настоящее время.

1.8. Гидрологические особенности Средней Азии

Крайне неравномерное распределение водных объектов, в том числе речной сети.

На равнинах реки теряют свои воды на испарение, орошение, фильтрацию и постоянно иссякая кончаются слепыми руслами.

Горы сильно изрезаны речной сетью, более десятка тысяч водотоков.

Разветвленная речная сеть наблюдается и в предгорных равнинах — это большей частью искусственные каналы, отводящие из речной сети воду.

Столь неравномерное распределение речной сети определяется климатическими и гидрологическими особенностями.

1. Глубокое материковое положение и незащищенность с севера обуславливающая большую сухость и редкую континентальность климата.

2. Громадное влияние оказывают горные поднятия, собирающие влагу и имеющие вертикальную поясность. Неоднородность строения, причудливое сочетание засушливости и обильного увлажнения. Здесь только благодаря горам возможно появление мощных рек. Средняя Азия замкнутый бассейн. Влагообмен происходит интенсивно. Летом одинаково высокая температура, зимой на севере холоднее. Осадки крайне неравномерны и происходят за счет влаги извне (от 60-2500 мм).

Горные поднятия аккумулируют огромные количества атмосферной влаги, значительная часть стекает в равнины. Равнины испаряют и не участвуют в образовании стока.

Уравнение водного баланса для горной части в общем виде:

$$x = z + y_2 + \omega_2,$$

где x — среднее многолетнее количество осадков и конденсация, z — среднее многолетнее испарение, y_2 — средний многолетний поверхностный отток воды, ω — подземный отток воды.

Подземный приток в равнинную область составляет не более 10-15% поверхностного и им в первом приближении можно пренебречь. Тогда уравнение водного баланса будет выглядеть следующим образом:

$$x = z + y_2,$$

Уравнение водного баланса для равнинной области может быть также написано в виде:

$$x + y_1 = z,$$

где y_1 — поверхностный приток воды. Подземным оттоком из равнинной области пренебрегаем, так как если он и имеет место, то совершенно ничтожен.

В.Л. Шульц выделили на территории Средней Азии область образования стока (горные поднятия), область рассеивания стока и область равновесия стока, где нет поверхностного руслового стока.

В области образования стока $x > z$, в области рассеивания стока $x < z$, в области равновесия стока $x = z$.

Типы рек	Критерии, распределения рек по типам питания		
	$\delta = \frac{W_{VII-IX}}{W_{III-VI}}$	W_{VII-IX} в % от годового стока	Месяц с максимальным оттоком
Реки ледниково-снегового питания	≥ 1	≥ 38	VII, VIII
Реки снегово-ледникового	0,99-0,27	40-17	V, VI

питания			
Реки снегового питания	0,27-0,18	16-12	IV, V
Реки снего-дождевого питания	0,17-0	13-0	III, IV, V

Большую роль в питании рек Средней Азии также играют подземные воды. Шульц оценивает питание рек Средней Азии за счет подземный вод в среднем около 40%.

В.Л. Шульцем была предложена классификация рек Средней Азии по типам питания, учитывая зависимость распределения стока по сезонам, от высоты водосбора, определяющей и тип питания реки:

1. реки ледниково-снегового питания (Амударья, Пяндж, Вахш, Зарафшан);
2. реки снегово-ледникового питания (Сырдарья, Нарын, Чирчик);
3. реки снегового питания (Карадарья, Кашкадарья);
4. реки снегово-дождевого питания (Ахангаран, Мургаб, Атрек).

Вопросы:

1. *Задачи и предмет курса «Введение в специальность»*
2. *Что вы знаете об истории гидрологии, как науки*
3. *С какими науками связаны гидрология и метеорология*
4. *Какие гидрологические организации Вы знаете?*
5. *В каком году было образована кафедра «Гидрологии суши»?*
6. *Укажите основателей гидрометеорологии, как науки и ведущих ученых.*

Лекция 2. Химические и физические свойства воды

План:

1. *Значение воды в природе и жизни человека*
2. *Строение воды, ее молекулярная структура, изотопный состав*
3. *Основные физические и химические свойства воды*

1. Значение воды в природе и жизни человека.

Вода – одно из самых распространенных на Земле химических соединений. Без воды невозможно существование биосферы и жизни на Земле.

Известный русский ученый В.И.Вернадский – один из основоположников геохимии – писал: “Вода стоит особняком в истории нашей планеты. Нет природного тела, которое могло бы сравниться с ней по влиянию на ход основных самых грандиозных, геологических процессов. Нет земного вещества – минерала, горной породы, живого тела, которое бы ее не заключало. Все земное вещество – под влиянием свойственных воде частичных сил, ее парообразного состояния, ее вездесущности в верхней части планеты – ею проникнуто и охвачено”.

Вода используется человеком не только как необходимое средство жизнедеятельности (питьевая вода, вода в составе растительных или животных продуктов питания). Современное общественное производство основано на широком применении воды: ее используют в процессе получения энергии; вода – необходимое условие существования сельского хозяйства, водного транспорта, коммунального хозяйства, отдыха и туризма.

В настоящее время трудно представить себе какую-либо отрасль народного хозяйства, существование которой было бы возможно без использования воды.

В промышленности вода расходуется на производственные процессы, удовлетворение потребностей работающего персонала и создание резервов для тушения пожаров. Производственная промышленной продукции связано с охлаждением машин и механизмов, промывкой деталей и изделий.

В коммунальном хозяйстве воду расходуют различные предприятия, она используется для удовлетворения питьевых и других нужд населения, бытового обслуживания (бани, прачечные, столовые и т.д.), для поливки улиц и в противопожарных целях. По мере роста плотности населения и культуры городов возрастает и количество воды, расходуемого на одного человека.

В сельском хозяйстве воду расходуют для орошения, обводнения и водоснабжения. Орошение применяют для получения высоких и устойчивых урожаев различных культур

2. Строение воды, ее молекулярная структура, изотопный состав.

Вода – химическое соединение кислорода и водорода. Вода состоит из 11,11 % водорода и 88,89 % кислорода, этот состав принято обозначать формулой H_2O . На самом деле вода имеет более сложный состав, и химическая природа ее до сих пор окончательно не установлена. В чистом виде вода вещество бесцветное, не имеющее ни вкуса, ни запаха.

Молекулярная масса воды равна 18, но встречаются молекулы с молярной массой 19, 20, 21 и 22. Они состоят из более тяжелых атомов водорода и кислорода, имеющих атомную массу соответственно более 1 и 16. У водорода два стабильных изотопа: протий (H) и дейтерий (D); отношение H : D составляет около 6700. У кислорода три стабильных изотопа: ^{16}O , ^{17}O и ^{18}O . Отношение концентрации трех изотопов кислорода воздуха таково: $^{16}O : ^{18}O : ^{17}O = 2667 : 5,5 : 1$.

Воду с изотопным составом $^1H_2^{16}O$ называют «обычной» водой и обозначают H_2O , остальные воды (кроме 3H_2O) называют «тяжелой» водой. Иногда тяжелой водой считают лишь дейтериевую воду 2H_2O (или D_2O). Однако в природе до сих пор не открыта ни собственно легкая, ни тяжелая вода.

Так как для молекулы воды характерно дипольное строение, то в воде одновременно присутствуют одиночные (моногидрол), двойные и тройные молекулы. Содержание их меняется в зависимости от температуры. Во льду доминируют тройные молекулы, обладающие наибольшим объемом. В жидком состоянии вода представляет смесь дигидролей, тригидролей и моногидролей. С увеличением температуры тройные и двойные молекулы распадаются, при $100\text{ }^{\circ}C$ вода состоит главным образом из моногидролей.

3. Основные физические и химические свойства воды.

Вода может находиться в трех агрегатных состояниях, или фазах – твердом (лед), жидком, газообразном (водяной пар). Изменения агрегатного состояния веществ называют фазовыми переходами. В этих случаях свойства веществ (например плотность) скачкообразно изменяются. Фазовые переходы сопровождаются выделением или поглощением энергии, называемой *теплотой фазового перехода*.

Плотность – главнейшая физическая характеристика любого вещества. Она представляет собой массу однородного вещества, приходящуюся на единицу его объема. Плотность воды, как и других веществ, зависит прежде всего от температуры и давления и скачкообразно изменяется при фазовых переходах.

Состояние ионного равновесия природных вод отражает водородный показатель pH, который представляет собой логарифм концентрации водородных ионов (моль/л), взятый с обратным знаком: $pH = -\lg(H^+)$. Величина pH характеризует кислотную или щелочную реакцию воды. Величина $pH=7$ характеризует нейтральную, $pH<7$ – кислую, $pH>7$ – щелочную реакцию воды.

Все природные воды делятся по преобладающему аниону на три класса: гидрокарбонатный, сульфатный, и хлоридный; по преобладающему катиону на три группы: кальциевую, магниевую, натриевую.

анионы:	катионы:
сульфатный Cl'	натриевый Na'
сульфатный SO_4''	кальциевый Ca''
гидрокарбонатный HCO_3'	магниевый Mg''

Вопросы:

1. Какой процент молекулы воды составляют водород и кислород?
2. В каких агрегатных состояниях может быть вода?
3. На какие три класса делят все природные воды по анионам?
4. Что подразумевается под теплотой фазового перехода?

План:

1. *Распределение суши и воды на земном шаре*
2. *Круговорот воды в природе*
3. *Водный баланс земного шара*

1. Распределение суши и воды на земном шаре.

Площадь поверхности Земли 510 млн. км². Из этой площади водами Мирового океана покрыто 361 млн. км² (71 %), а площадь суши составляет 149 млн. км² (29%).

Суша расположена главным образом в северном полушарии, где она занимает 39 % поверхности, в южном полушарии на долю суши приходится 19 % поверхности. Поверхность Земли имеет общий наклон по направлению к океанам и морям или замкнутым бессточным областям. Часть суши, с которой реки несут воду в моря, соединенные с Мировым океаном, называется *областью внешнего стока* (78%), а часть, с которой вода поступает в замкнутые, находящиеся на суше водоемы, не имеющие стока в океан, называется *область внутреннего стока* (22%).

Область внешнего стока обычно разделяют на Тихоокеанско-Индийский склон (бассейны рек, впадающих в Тихий и Индийский океаны) и Атлантико-Ледовитый склон (бассейны рек, впадающих в Атлантический и Северный Ледовитый океаны). К Северному Ледовитому океану относится 14% площади суши, к Атлантическому—35%, к Тихому—15%. к Индийскому—14%. В пределах Атлантико-Ледовитого склона протекают крупнейшие реки земного шара Амазонка, Миссисипи с Миссури, Конго, Нил, Обь, Енисей, Лена и др. Крупнейшими реками Тихоокеанско-Индийского склона являются Амур, Янцзы, Ганг с Брахмапутрой и др.

Из областей внутреннего стока СНГ наиболее значительными являются бассейн Каспийского моря и бассейны Аральского моря, озера Балхаш и многих рек Казахстана (общей площадью 1 000 000 км²). Остальная часть бессточных областей суши (Сахара, Аравийская пустыня, пустыни Центральной Австралии и др.) охватывает площадь 29 000 000 км².

Сведения о площадях суши и водной поверхности земного шара приведены в табл. 3.1, а распределение суши на области внешнего и внутреннего стока — в табл. 3.2

Суша	Площадь (млн.км ²)	Суша	Площадь (млн.км ²)
Европа	9,8	Южная Америка .	17,7
Азия	40,8	Северная Америка	20,7
Африка	29,5	Антарктида	14,0
Австралия	7,6		

Водная поверхность	Площадь (млн. км ²)	Водная поверхность	Площадь (млн. км ²)
Тихий океан	180	Черное море	0,43
Берингово море	2,3	Азовское море	0,40
Южно-Китайское море	3,5	Индийский океан	77
Охотское море	1,6	Андаманское море	0,6
Охотское море	0,75	Красное море	0,45
Восточно-Китайское море	1,0	Северный Ледовитый океан	15
Японское море	92	Баренцево море	1,45
Атлантический океан	2,7	Карское море	0,9
Карибское море	2,5	Восточно-Сибирское море	0,9
Средиземное море	0,6	Море Лаптевых	0,7
Северное море	0,44	Белое море	0,9
Балтийское море			

Примечание. Цифры приведены с округлением.

Таблица 3.3

Области внешнего и внутреннего стока

	Общая площадь материка	Области внешнего стока океанов				Области внутреннего стока
		Северного Ледовитого	Атлантического	Индийского	Тихого	
Европа	9,8	1,4	6,2	—	—	2,2
Азия	40,8	11,5	0,6	6,8	9,6	12,3
Африка	29,5	—	14,9	5,0	—	9,6
Северная Америка	20,1	6,5	8,0	—	4,8	0,8
Южная Америка	17,7	—	15,2	—	1,2	1,3
Австралия	7,6	—	—	3,1	0,6	3,9
Антарктида	14,0*	—	4,0	5,0	5,0	—
Вся суша (без островов)	139,5**	19,4	48,5	19,3	20,6	30,1
В %	100	14	35	14	15	22

* Включая площади шельфовых ледников (1,6 млн. км²). ** Площадь всей суши с островами 149 млн. км².

Общая площадь водных объектов на поверхности суши (ледников, озер, водохранилищ, рек, болот) составляет около 20 млн. км², или 15 % площади суши. Если не учитывать ледники, то на остальные водные объекты суши останется всего 5,9 млн. км² (4 % площади суши).

Общий объем воды в водных объектах на земном составляет 1 млрд 386 млн. км³, при этом на долю Мирового океана приходится воды 1 млрд 338 млн. км³ (96,5 %). Из водных объектов суши наибольшее количество воды содержат ледники – 24 млн. км³ (1,73 % всех вод на Земле). Соответственно количество воды содержат в озерах – 176 тыс. км³ (0,013 %), в реках – 2,1 тыс. км³ (0,0002 %) (табл.-3.3).

Таблица-3.3

Запасы воды на земном шаре

Виды природных вод	Объем воды		
	10 ³ км ³	от общих объемов, %	от запасов пресных вод, %
Мировой океан	1338000	96,5	-
Подземные воды	23400	1,70	-
Подземные пресные воды	10530	0,75	30,06
Ледники	24000	1,73	68,70
Многолетнемерзлых льды	300	0,022	0,86
Озера	176	0,013	0,25
Влаги в почвах	16,5	0,0012	0,047
Вода в атмосфере	12,9	0,0017	-
Вода в болотах	11,5	0,0008	0,033
Вода в реках	2,1	0,0002	0,006
Общие запасы воды:	1386000	100	100

Большие сложности представляет оценка содержания воды в земной коре (литосфере). Часть подземных вод, представляемая капиллярными и гравитационными водами, находящаяся на глубинах с абсолютными отметками под поверхностью суши до минус 2000 м и участвующая в круговороте воды в природе, должна быть отнесена к гидросфере. Она оценивается в 23,4 млн. км³ или 1,70 % общего объема вод на Земле

2. Круговорот воды в природе.

Перемещение во времени и в пространстве всех видов вод вместе с растворенными и переносимыми включениями в атмосфере, по поверхности земли и под ней называется **круговоротом воды в природе** или **гидрологическим циклом**.

Под влиянием солнечной радиации с поверхности океанов, морей, рек, озер, ледников, снежного покрова и льда, почвы и растительности каждый год 577 тыс. км³ (1130 мм) вода испаряется и поступает в атмосферу. Испарившаяся с поверхности океанов и морей влага, конденсируясь, большей частью выпадает в виде атмосферных осадков непосредственно на поверхность океанов и морей, совершая так называемый **малый или океанический влагооборот**. Меньшая ее часть участвует в большом влагообороте, перемещая воздушными течениями над сушей и выпадая на нее в виде осадков. Часть их просачивается в почву, часть испаряется или транспортируется растениями и поступает в атмосферу, а остальные осадки стекают по склонам земной поверхности, **образуя поверхностный сток**, в ручьи и реки. Просочившаяся в почву влага, проникая в толщу почвогрунтов, пополняет подземные воды, которые также питают реки и непосредственно стекают в моря в виде **подземного стока**. Реки в конечном счете несут свои воды в океаны и моря, завершая таким образом **большой влагооборот**.

На фоне большого влагооборота можно выделить местные или **внутриматериковые влагообороты**, происходящие в пределах континентов и регионов. Переносимая атмосферными течениями внутрь материка влага пополняется испарившейся водой с его поверхности и снова выпадает в виде осадков. Чем больше число оборотов делает вода над материком, тем больше внутренний влагооборот материка.

3. Водный баланс земного шара.

Как было сказано выше, общий объем воды на земном шаре составляет 1,386·10⁹ км³. Но в процессе годового круговорота воды в природе участвует относительно небольшая часть 518600 км³ или составляет 0,037 % от общего объема.

Водный баланс земного шара состоит из **приходных** (атмосферные осадки) и **расходных** (испарение) частей. Между **приходными** и **расходными** частями существует равенственный баланс. Эту равенство для Земного шара и некоторых его частей (Мировой океан, суши) можно записать в виде уравнения водного баланса.

В уравнение в качестве приходных частей должно учитываться осадки,

выпадающие на поверхность океанов (X_o), атмосферные осадки выпадающие на поверхность суши (X_c). Соответственно к этому в расходных частях учитывается испарение с поверхности океанов (E_o), испарение с суши (E_c).

Водный баланс океанов можно записать в виде:

$$E_o = X_o + Y$$

где X_o - осадки, выпадающие на поверхность океанов, E_o - испарение с поверхности океанов, Y - сток рек и подземных вод в океан.

Водный баланс суши

$$E_c = X_c - Y$$

где E_c - испарение с суши X_c – осадки на суши.

Объединив эти уравнения, получаем общее уравнение водного баланса земного шара.

$$E_o + E_c = X_o + X_c$$

Количественная показателей элементы уравнения водного баланса земного шара и ее частей приведено в таблице – 3.4.

Таблица-3.4

Количественная показателей элементы уравнения водного баланса земного шара и ее частей

Часть Земных поверхности	Площадь, млн.км ²	Осадки		Испарение		Сток	
		тыс. км ³	мм	тыс. км ³	мм	тыс.км ³	мм
Мировой океан	361	458	1270	505	1400	47	130
Области внешнего стока	119	110	924	63	529	47	395
Области внутреннего стока	30	9	300	9	300	-	-
Суши	149	119	800	72	485	47	315
Земной поверхность	510	577	1130	577	1130	-	-

Вопросы:

1. Какова площадь поверхности Земли?
2. Какова площадь Мирового Океана?
3. Укажите площадь поверхности суши Земли?
4. Что понимают под понятием «круговорот воды в природе»?
5. Что такое внутриматериковый влагооборот?
6. Напишите уравнение водного баланса Земного шара
7. Какие виды вод входят в поверхностный сток?

Лекция 4. Реки, водосборы, речная сеть, продольный и поперечный профили долин рек.

План:

1. *Общее понятие о реках. Типы рек.*
2. *Водосбор и бассейн реки*
3. *Река и речная сеть*
4. *Продольный профиль реки*

1. Общее понятие о реках. Типы рек.

Река - это водоток значительных размеров, питающийся атмосферными осадками со своего водосбора и имеющий четко выраженное сформированное самим потоком русло. Реки типизируют по различным признакам, например по размеру, условиям протекания, источникам питания, водному режиму, степени устойчивости русла, ледовому режиму и т.д.

По размеру реки подразделяют на большие, средние и малые. К большим обычно относят реки с площадью бассейна более 50000 км², к средним — с площадью бассейна в пределах 2000 - 50000 км², к малым - с площадью бассейна менее 2000 км². Нижняя граница площади бассейна (50 км²), отделяющая малые реки от ручьев,— весьма условна.

Большая река обычно имеет бассейн, расположенный в нескольких географических зонах. Гидрологический режим большой реки в целом не свойствен рекам каждой географической зоны в отдельности и поэтому полизонален. Средняя река обычно имеет бассейн в пределах одной географической зоны. Гидрологический режим средней реки характерен для большинства рек данной географической зоны и поэтому зонален.

Малая река также имеет бассейн, расположенный в пределах одной какой-либо географической зоны, но ее гидрологический режим под влиянием местных условий может существенно отличаться от режима, свойственного большинству рек данной географической зоны, и стать, таким образом, аональным. Малые реки, в отличие от средних и больших, могут не полностью дренировать грунтовые воды, что также определяет отличие их режима от режима, свойственного более крупным рекам данной географической зоны.

По условиям протекания реки подразделяют на равнинные, полугорные и горные. К равнинным рекам условно относят реки с величинами числа Фруда менее 0,1; к полугорным с числами Фруда в пределах 0,1 — 1,0; к горным — с числами Фруда более 1,0. Таким образом, у равнинных и полугорных рек наблюдается спокойный характер движения воды, у горных — бурный.

По источникам (видам) питания реки подразделяют на различ* ные типы в зависимости от вклада снегового, дождевого, ледникового и подземного питания в формирование речного стока.

По водному режиму, т.е. характеру внутригодового распределения стока, выделяют реки с весенним половодьем, с половодьем в теплую часть года, с паводочным режимом.

По степени устойчивости русла можно выделить, например, реки устойчивые и неустойчивые, а по **ледовому режиму** — реки замерзающие и незамерзающие.

2. Водосбор и бассейн реки.

Следует различать водосбор и бассейн реки. Водосбор реки- это часть земной поверхности и толщи почв и грунтов, откуда данная река получает свое питание. *Поскольку питание рек может быть поверхностным и подземным, различают поверхностный и подземный водосборы, которые могут не совпадают.* Бассейн реки - это часть суши, включающая данную речную систему и ограниченная водоразделом.

Обычно водосбор и бассейн реки совпадают. Однако нередки случаи и их несовпадения. Так, если в пределах речного бассейна часть территории оказывается бессточной, то она, оставаясь частью бассейна, в состав водосбора реки не входит. Такие случаи весьма характерны для засушливых районов с плоским рельефом. Несовпадение границ бассейна, выделяемых по орографическому водоразделу, и границ водосбора может быть и в тех случаях, когда границы поверхностного и подземного водосборов не считают, т.е. когда часть подземного стока либо поступает из-за пределов данного бассейна, либо уходит за его пределы.

Бассейны (водосборы) рек, впадающих в один и тот же приемный водоем (озеро, море, океан), объединяются соответственно в бассейны (водосборы) озер, морей, океанов. Выделяют *главный водораздел земного шара*, который разделяет бассейны рек, впадающих в Тихий и Индийский океаны, с одной стороны, и бассейны рек, впадающих в Атлантический и Северный Ледовитый океаны - с другой. Кроме того, делят *бессточные области земного шара*, откуда находящиеся там реки не доносят воду до Мирового океана. К таким бессточным областям относятся, например, бассейны Каспийского и Аральского морей, включающие бассейны таких крупных рек, как Волга, Урал, Терек, Кура, Амударья, Сырдарья.

3. Река и речная сеть.

Совокупность водотоков (рек, ручьев, временных водотоков, каналов), водоемов (озер, водохранилищ) и особых водных объектов (болот, ледников) в пределах речного бассейна составляет гидрографическую сеть бассейна. Совокупность естественных и искусственных водотоков называют русловой сетью.

Частью гидрографической (и русловой) сети является **речная сеть**. **Речную систему** составляют **главная река**, впадающая в приемный водоем (океан, море, бессточное озеро), и все впадающие в нее *притоки* различного порядка. В качестве главной реки в разных случаях считают либо наиболее длинную реку в бассейне (Волга длиннее более полноводного притока Камы), либо наиболее многоводную реку (Миссисипи при слиянии с более длинной Миссури).

Длина реки L — это расстояние вдоль русла, между истоком и устьем реки. Длины рек обычно определяют по крупномасштабным картам или аэрофотоснимкам (расстояния измеряют по геометрической оси русла или по фарватеру). При определении длины рек по мелкомасштабным картам должны вводиться поправки на масштаб и извилистость русла: чем мельче масштаб карты и больше извилистость реки, тем больше ошибки при расчете длин рек.

Исток — мест, начала реки (выход из озера, болота, ледника, родника и т.д.), **устье** (точнее — устьевой створ) — место непосредственного впадения реки в приемный водоем (океан, море, озеро) или другую реку.

Отношение длины участка реки L , к длине прямой, соединяющей концы этого участка, называется **коэффициентом извилистости реки** на данном участке:

$$K_{изв} = \frac{L}{AB},$$

Сумма длин всех рек в пределах бассейна или какой-либо территории дает *протяженность речной сети*. Отношение протяженности речной сети к площади бассейна характеризует *густоту речной сети бассейна* или *территории* имеющую размерность км/км².

Долина и русло реки. Речные долины по происхождению могут быть тектоническими, эрозионными.

По форме поперечного профиля речные долины подразделяют на *ущелья, каньоны, V-образные, трапецидальные, ящикообразные, корытообразные* и др. В поперечном профиле долины выделяют *склоны долины* (вместе с уступом долины и надпойменными террасами) и *дно долины*. В пределах дна (ложа) долины приходится на *русло реки* (наиболее низкая часть долины, занятая полным притоком в межень) и *пойма* (заливаемая водами половодья ИЛИ значительных паводков часть речной долины).

Русла рек по форме в плане *подразделяются на* прямолинейные, *меандрирующие*), разделенные на рукава, разбросанные *блуждающие*

Основные морфологические элементы русла следующие: *излучины (меандры)*, затапливаемые подвижные повышения дна — *осе-редки* и более высокие, более стабильные и закрепленные растительностью *острова*, глубокие и мелкие участки русла — *плесы* и *перекаты*, *донные гряды* различного размера.

Полоса в русле реки с глубинами, наиболее благоприятными для судоходства, называется *фарватером*. Иногда помимо фарватера выделяют *линию наибольших глубин*. Линии на дне речного русла, соединяющие точки с одинаковыми глубинами, называют *изобатами*.

Основными морфометрическими характеристиками речного русла являются *площадь поперечного сечения*, *ширина русла* B между урезами русла при заданном его наполнении,

4. Продольный профиль реки.

Продольный профиль реки — это график изменения отметок дна и водной поверхности вдоль русла. На горизонтальной оси графика откладывают расстояние по длине реки, на вертикальной — абсолютные или условные отметки дна (обычно по линии наибольших глубин) и уровня воды. Для продольных расстояний и высот обычно берут разные масштабы.

Разность отметок дна или водной поверхности реки на каком-либо ее участке называется падением (ЛН). Разность отметок истока и устья реки составляет полное падение реки.

И связи с тем, что у рек глубины обычно несоизмеримо меньше полного падения, графики изменения отметок дна и водной поверхности для всей реки сливаются в одну линию.

Продольные профили рек могут быть плавновогнутыми, прямолинейными, выпуклыми, ступенчатыми. Характер Продольного профиля определяется геологическим строением и рельефом речного бассейна, а также эрозионно-аккумулятивной деятельностью самого потока.

Перегибы продольного профиля обычно приурочены к местам впадения притоков (ниже их профиль, как правило, выполаживается), а также к *местным базисам эрозии*, в качестве которых могут быть главная река для притока, пороги, водопады, проточные озера, водохранилища и др. Уровень приемного водоема (океана, моря, бессточного озера), куда впадает река, называют *главным базисом эрозии*.

Весьма характерен продольный профиль реки на коротком ее участке, включающем плесы и перекаты. В этом случае продольный профиль строят отдельно для дна и водной поверхности реки. Из данных рис. 6.5, б видно, как изменяется продольный профиль водной поверхности с изменением уровня воды в реке. При низких уровнях (в межень) продольный профиль водной поверхности более крутой на перекатах и более пологий на плесах. При высоких уровнях (в половодье) продольный профиль обычно выравнивается или даже становится на плесах более крутым, чем на перекатах.

Для характеристики крутизны продольного профиля рек используют понятие *уклон реки* (отдельно для дна и водной поверхности). Уклон реки вычисляют по формуле

$$I = \frac{\Delta h}{L}$$

где Δh — падение, L — длина реки на участке. Длина измеряется вдоль русла, и поэтому I представляет собой не тангенс, а синус угла наклона русла к горизонту. Величина I для водной поверхности реки всегда положительна, а для дна может на некоторых участках принимать и отрицательные значения, например в месте резкого уменьшения глубин на перекате. Уклон реки I — величина относительная.

Вопросы:

1. Что подразумевают под термином «река»?
2. Что такое водосбор реки?
3. Что такое длина реки?
4. Расскажите, что такое продольный профиль реки?
5. Что такое исток и устье?
6. Перечислите типы рек по источникам питания.

Лекция 5. Морфометрические характеристики рек и речного бассейна

План:

1. Морфометрические характеристики бассейна реки
2. Реки и речная сеть

1. Морфометрические характеристики бассейна реки.

Основными морфометрическими характеристиками речного бассейна служат: площадь бассейна - F ; длина бассейна - L_6 , обычно определяемая как прямая, соединяющая устье реки и точку на водоразделе, прилегающую к истоку реки; максимальная ширина бассейна V_{\max} которая определяется по прямой, нормальной к оси бассейна в наиболее широкой его части; средняя ширина бассейна вычисляемая по формуле

$$V_{\text{ср}} = \frac{F_B}{L} \quad (6.1)$$

Важной характеристикой бассейна служит распределение площади бассейна по высотам местности, представленное *гипсографической кривой, показывающей, какая часть площади бассейна (в км² или %) расположена выше любой заданной отметки местности.*

С помощью гипсографической кривой можно рассчитать такую важную характеристику, как *средняя высота бассейна*. Для этого площадь фигуры F' на рис. 6.2, ограниченной гипсографической кривой и осями координат, делят на площадь бассейна F . Среднюю высоту бассейна можно определить и без гипсографической кривой по формуле:

$$H_{\text{ср}} = \frac{\Delta H_i \times f_i}{F_B}$$

где H_i — средняя высота любых высотных интервалов в пределах бассейна, вычисляемая как среднее из отметок, ограничивающих эти интервалы горизонталей (изогипс), f_i — площадь части бассейна между этими горизонталями, F — полная площадь бассейна.

2. Река и речная сеть.

Совокупность водотоков (рек, ручьев, временных водотоков, каналов), водоемов (озер, водохранилищ) и особых водных объектов (болот, ледников) в пределах речного бассейна составляет гидрографическую сеть бассейна. Совокупность естественных и искусственных водотоков называют русловой сетью.

Частью гидрографической (и русловой) сети является **речная сеть**. **Речную систему** составляют **главная река**, впадающая в приемный водоем (океан, море, бессточное озеро), и все впадающие в нее *притоки* различного порядка. В качестве главной реки в разных случаях считают либо наиболее длинную реку в бассейне (Волга длиннее более полноводного притока Камы), либо наиболее многоводную реку (Миссисипи при слиянии с более длинной Миссури).

Длина реки L — это расстояние вдоль русла, между истоком и устьем реки. Длины рек обычно определяют по крупномасштабным картам или аэрофотоснимкам (расстояния измеряют по геометрической оси русла или по фарватеру). При определении длины рек по мелкомасштабным картам должны вводиться поправки на масштаб и извилистость русла: чем мельче масштаб карты и больше извилистость реки, тем больше ошибки при расчете длин рек.

Исток — мест, начала реки (выход из озера, болота, ледника, родника и т.д.), **устье** (точнее — устьевой створ) — место непосредственного впадения реки в приемный водоем (океан, море, озеро) или другую реку.

Отношение длины участка реки L, к длине прямой, соединяющей концы этого участка, называется **коэффициентом извилистости реки** на данном участке:

$$K_{изв} = \frac{L}{AB},$$

Сумма длин всех рек в пределах бассейна или какой-либо территории дает *протяженность речной сети*. Отношение протяженности речной сети к площади бассейна характеризует *густоту речной сети бассейна* или *территории* имеющую размерность км/км².

Вопросы:

1. *Укажите, какие характеристики входят в морфометрическое описание реки?*
2. *Что такое гипсографическая кривая?*
3. *Что такое коэффициент извилистости?*
4. *Расскажите, что подразумевает под густотой речной сети?*

Лекция 6. Фазы водного режима (половодье, паводки, межень)

План:

1. *Фазы водного режима*
2. *Классификация рек по водному режиму*
3. *Типовой гидрограф реки. Расчленение гидрографа по типам питания*

1. Фазы водного режима.

Во внутригодовом (сезонном) режиме рек выделяют ряд характерных периодов (фаз) в зависимости от изменения условий питания и особенностей водного режима. Для большинства рек мира различают следующие *фазы водного режима*: половодье, паводки, межень.

Половодье — это фаза водного режима реки, ежегодно повторяющаяся в данных климатических условиях в один и тот же сезон и характеризующаяся наибольшей водностью, высоким и продолжительным подъемом уровня воды. Половодье часто сопровождается выходом воды на пойму. Половодье формируется как тальми снеговыми, так и дождевыми водами. Таяние снега на равнинах вызывает *весеннее половодье*, таяние высокогорных снегов и ледников, а также выпадение длительных и сильных летних дождей (например, в условиях муссонного и тропического климата) - *половодье в теплую часть года* (т. е. *весенне-летнее* или *летнее половодье*). Половодье, особенно обусловленное дождями, нередко имеет многовершинную форму.

Паводок — это фаза водного режима, которая может многократно повторяться в различные сезоны года и характеризуется интенсивным, обычно кратковременным увеличением расходов и уровней воды и вызывается дождями или снеготаянием во время оттепелей. В отдельных случаях расход воды паводка может превышать расход воды половодья, в особенности на малых реках. Различают однопиковые и многопиковые паводки, одиночные паводки и паводочные периоды, когда на реке проходят серии паводков. Иногда паводок накладывается на волну половодья. Кратковременные резкие паводки, в частности вызванные не метеорологическими факторами, относят уже не к сезонным фазам режима реки, а к кратковременным его нарушениям.

Межень — это фаза водного режима, ежегодно повторяющаяся в один и тот же сезон, характеризующаяся малой водностью, длительным стоянием низкого уровня и возникающая вследствие уменьшения питания реки. В межень реки обычно питаются только за счет подземных вод. На многих реках СНГ выделяют два периода пониженного стока — летнюю и зимнюю межень. В зоне избыточного и достаточного увлажнения реки обычно имеют устойчивое грунтовое питание, обеспечивающее достаточно высокий сток летней межени. Зимой же малые реки в этих зонах могут иногда промерзнуть до дна. Сток у таких рек в зимнюю межень ниже, чем в летнюю. В зоне недостаточного увлажнения, наоборот, реки в летнюю межень обычно имеют меньший сток, чем в зимнюю межень. Малые реки в этой зоне Б летнюю межень могут даже пересыхать.

2. Классификация рек по водному режиму

Вопросами классификации рек по водному режиму занимались многие исследователи. Классификации рек по видам питания А. И. Воейкова и М. И. Львовича являются, по существу, также классификациями рек и по водному режиму, П. С. Кузин предложил свою классификацию рек с учетом характера их питания и водного режима. Все реки им подразделены на три типа: с половодьем (снеговое питание), с половодьем и паводками (снеговое и дождевое питание), с паводками (дождевое питание). Заметим, что, по П. С. Кузину, половодье может быть лишь снегового происхождения. Внутри упомянутых трех типов выделены еще 14 подтипов.

Широко распространена довольно простая классификация рек по водному режиму Б. Д. Зайкова. В этой классификации все реки СНГ (исключая искусственно или естественно сильно зарегулированные) разделены на три большие группы; с весенним половодьем, с половодьем в теплую часть года и с паводочным режимом. У рек первой и второй групп ежегодно наблюдаются повышенные расходы воды, приуроченные, соответственно, к весне или к теплой части года. В остальную часть года наблюдаются межень и отдельные, случайные паводки. У рек третьей группы отмечаются паводки, носящие систематический характер.

Реки с весенним половодьем, обусловленным таянием снежного покрова, наиболее распространены на территории СНГ. Реки этой группы подразделены Зайковым на пять типов. У рек казахстанского типа наблюдается исключительно резкая и высокая волна половодья, а в остальную часть года сток бывает очень мал, вплоть до полного пересыхания рек. *Реки восточноевропейского типа* характеризуются высоким весенним половодьем, низкой летней и зимней меженью, несколько повышенным стоком осенью. *Реки западносибирского типа* имеют невысокое растянутое весеннее половодье и повышенный летне-осенний сток. У рек восточносибирского типа наблюдается высокое половодье, летне-осенние паводки и низкая зимняя межень. Для рек алтайского типа, характерны невысокое растянутое весеннее половодье, повышенный летний сток и низкая зимняя межень.

Реки с половодьем в теплую часть года встречаются на Дальнем Востоке и в высокогорных областях Средней Азии и Кавказа. Реки этой группы подразделяются на два типа. Для рек дальневосточного типа, характерны невысокое, растянутое, имеющее гребенчатый вид летнее дождевое половодье и низкий сток в холодную часть года. *Реки тьянь-шаньского типа* также имеют летнее половодье (только в этом случае оно обусловлено таянием ледников и высокогорных снегов); зимний сток выше, чем у рек предыдущего типа.

Реки с паводочным режимом протекают в горных и предгорных районах Крыма, Кавказа, Карпат. Питание у рек этой группы в основном дождевое. Среди этих рек выделяют три типа. *Реки причерноморского типа* имеют дождевые паводки в течение всего года. У рек крымского типа отмечаются зимние паводки и длительные летний (июнь — август) или летне-осенний (май — октябрь) периоды с очень низким стоком (вплоть до полного пересыхания). Для рек северокавказского типа характерны паводки в теплую и низкая межень в холодную часть года.

3. Типовой гидрограф реки. Расчленение гидрографа по видам питания

Типовой гидрограф отражает наиболее общие черты внутригодового распределения расходов воды в реке. Типовой гидрограф строят на основе гидрографов за ряд лет. На нем показывают фазы водного режима, типичные для данной реки, и пределы возможных колебаний расхода воды для характерных точек каждой фазы (и по величине и по времени наступления).

На других реках типовой гидрограф может иметь совсем иной вид. На гидрографе Меконга, например, отмечаются лишь две фазы: весенняя межень с минимумом в апреле и летне-осеннее дождевое половодье с максимумом в августе. На типовом гидрографе Дуная выделяются три многоводные и три маловодные фазы.

Количественная оценка доли различных видов питания в формировании стока обычно осуществляется с помощью *графического расчленения гидрографа по видам питания*. В этом случае доля того или иного вида питания определяется пропорционально соответствующим площадям на гидрографе.

Наибольшие трудности возникают при выделении подземного питания в период половодья или крупных паводков. В зависимости от характера взаимодействия поверхностных и подземных вод Б. В. Поляковым, Б. И. Куделиным, К. В. Воскресенским, М. И. Львовичем, О. В. Поповым и другими исследователями предложен ряд схем расчленения гидрографа. Наиболее общие закономерности следующие. При отсутствии гидравлической связи речных и грунтовых вод, что обычно характерно для горных рек, подземное питание в период половодья или паводка в общих чертах повторяет ход гидрографа, но в более сглаженном виде и с некоторым запаздыванием максимума во времени. При наличии постоянной или временной гидравлической связи речных и грунтовых вод на подъеме половодья в результате подпора рекой грунтовых вод подземное питание уменьшается и достигает минимума при наивысшем уровне воды в реке. При длительном стоянии высоких уровней, что более свойственно крупным рекам, происходит фильтрация речных вод в грунт, а на спаде половодья или в начале межени эти воды возвращаются в реку (береговое регулирование речного стока). На практике при недостатке сведений о взаимосвязи речных и грунтовых вод часто для равнинных рек условно принимают величину подземного питания в момент пика половодья равной нулю. Однако во многих случаях, особенно на малых и средних реках, границу подземного питания на гидрографе проводят просто по прямой линии, соединяющей точки начала и конца половодья. Возникают сложности также при разделении дождевого и снегового питания, особенно в весенний и осенний периоды, разделении снегового, ледникового и дождевого питания на горных реках и т. д. В этих случаях для более надежного расчленения гидрографа по видам питания необходимо привлекать данные о дождевых осадках и температуре воздуха.

Вопросы:

1. *Дайте описание понятию «паводок»*
2. *Дайте описание понятию «межень»*
3. *Дайте описание понятию «половодье»*
4. *Расскажите о климатической классификации Б.Д. Зайкова*
5. *Что понимают под понятием «типовой гидрограф»?*
6. *Перечислите несколько рек с паводочным режимом.*

Лекция 7. Питание рек. Количественная оценка питания рек. Классификация рек Средней Азии.

План:

1. Виды питания рек
2. Классификация рек по видам питания
3. Классификация рек Средней Азии по типу питания

1. Виды питания рек

Речной сток формируется в результате поступления в реки вод атмосферного происхождения; при этом часть атмосферных осадков стекает с реками в океан или бессточные озера, другая часть — испаряется. Однако при единстве атмосферного происхождения в конечном счете всех речных вод непосредственные пути поступления вод в реки могут быть различными. *Выделяют четыре основных вида питания рек: дождевое, снеговое, ледниковое и подземное.* Атмосферное происхождение вод, участвующих в дождевом, снеговом и ледниковом питании рек, очевидно и не требует пояснения. Под- подземное же питание рек, как следует из анализа водного баланса суши и изучения режима подземных вод, также формируется в конечном счете в основном из вод атмосферного происхождения, но прошедших более сложный путь. Лишь в редких случаях можно говорить об участии в подземном питании рек вод не атмосферного, а «ювенильного» происхождения.

Для рек в условиях теплого климата главный вид питания - *дождевое*. Сток таких крупнейших рек мира, как Амазонка, Ганг и Брахмапутра, Меконг, формируется в основном за счет дождевых вод. Этот вид питания рек в глобальном масштабе является главнейшим. Вторым по важности служит снеговое питание. Его роль весьма велика в питании рек в условиях умеренного климата. Третье место по объему поступающих в реки вод занимает подземное питание. Именно подземное питание обуславливает постоянную или большую продолжительность стока реки в течение года. **Что** и создает в конечном итоге реку. Последнее место по значимости Приходится на ледниковое питание (около 1% стока рек мира).

Дождевое питание. Каждый дождь характеризуется слоем выпавших осадков (мм), продолжительностью (мин. ч, сут), интенсивности выпадения (мм/мин, мм/ч) и площадью распространения. В зависимости от этих характеристик *дожди можно, например, подразделить на ливни и обложные дожди.*

Интенсивность, площадь распространения, продолжительность и время выпадения дождей определяют многие особенности формирования речного стока и пополнения подземных вод. *Чем больше интенсивность, площадь распространения и продолжительность дождя, тем больше (при прочих равных условиях) величина дождевого паводка. Чем больше отношение между площадью распространения дождя и площадью бассейна, тем также больше величина возможного паводка.* Катастрофические паводки происходят по этим причинам обычно лишь на малых и средних реках. Пополнение подземных вод, как правило, происходит при длительных дождях. Чем меньше влажность воздуха и суше почва в период выпадения дождя, тем больше затраты воды на испарение и инфильтрацию и тем меньше величина дождевого стока. Наоборот, дожди, выпадающие на влажную почву при пониженной температуре воздуха, дают большую величину дождевого стока. *Таким образом, один и тот же дождь в зависимости от состояния подстилающей поверхности и влажности воздуха может быть в одних случаях стокообразующим, а в других — не давать стока.*

Снеговое питание. В умеренных широтах основным источником питания рек служит вода, накапливающаяся в снежном покрове. Снег в зависимости от толщины снежного покрова и плотности может при таянии дать разный слой воды. Запасы воды в снеге (величину, очень важную для предсказания объема талого стока) определяют с помощью снегомерных съемок.

Запасы воды в снеге в бассейне зависят от величины зимних осадков, в свою очередь определяемой климатическими условиями. Запасы воды в снежном покрове распределяются по площади бассейна обычно неравномерно — в

зависимости от высоты местности, экспозиции склонов, неровностей рельефа, влияния растительного покрова и т. д. Вследствие переноса ветром в понижениях, ложбинах, оврагах обычно за зиму накапливается больше снега, чем на ровной поверхности, много снега накапливается на опушках леса и в местах распространения кустарниковой растительности.

Следует различать процессы снеготаяния и водоотдачи снежного покрова, т. е. поступления не удерживаемой снегом воды на поверхность почвы. Снеготаяние начинается после достижения температурой воздуха положительных значений и возникновения положительного теплового баланса на поверхности снега. Водоотдача начинается позже начала снеготаяния и зависит от физических свойств снега — зернистости, капиллярных свойств и т. д. Сток возникает только после начала водоотдачи.

Весеннее снеготаяние подразделяют на три периода: 1) начальный период (снег залегает сплошным покровом, таяние замедленное, водоотдачи снежного покрова практически нет, сток еще не формируется); 2) период схода основной массы снега (начинается интенсивная водоотдача, возникают проталины, быстро нарастает величина стока); 3) период окончания таяния (стаивают оставшиеся запасы снега). В течение первого периода стаивает около 30% запасов снега, в течение второго — 50, в течение третьего — 20%. Водоотдача максимальна в течение второго периода (более 80% запасов воды в снеге). В это время снежный покров отдает воду, накопившуюся в снеге как за второй, так и за первый периоды.

Территорию, где происходит в данный момент таяние снега, называют зоной одновременного снеготаяния. Эта зона ограничена *фронтом таяния* (линией, отделяющей зону таяния от области, где таяние снега еще не началось) и *тылом таяния* (линией, отделяющей зону таяния от области, где снег уже сошел). Вся зона одновременного снеготаяния перемещается весной на равнинах в северном полушарии с юга на север, а в горах — вверх вдоль склонов. Скорость распространения тыла таяния на равнинах обычно составляет 40-80 км/сут, иногда достигая 150—200 км/сут.

Важной характеристикой снеготаяния служит его *интенсивность*. Она определяется характером изменения температуры воздуха в весенний период («дружностью весны») и особенностями подстилающей поверхности.

Объем весеннего половодья определяется в основном полным таянием воды в снежном покрове, а нарастание расходов воды в реке II величины максимальных расходов половодья, помимо этого, — интенсивностью снеготаяния и фильтрационными свойствами почвы в период снеготаяния (мерзлая или влажная почва уменьшает фильтрационные потери и увеличивает талый сток).

Расчет таяния снега и оценку его роли в формировании стока пртюдят различными способами. Простейшие из них основаны на данных об изменении температуры воздуха как главной причины сштотаяния. Так, нередко используют эмпирическую формулу вида

$$h = a \Delta T, \quad (7.1)$$

где h — слой талой воды (мм) за интервал времени Δ , — сумма положительных средних суточных температур воздуха за тот же интервал времени, a — коэффициент пропорциональности, называемый *коэффициентом стаивания* (это слой талой воды, приходящийся на один градус положительной средней суточной температуры).

Среднее значение коэффициента стаивания a для открытой местности на территории, лежащей к северу от 55° с. ш., приблизительно рпино 5 мм на 1° , для леса она изменяется от 1,5 мм/град для густых Хичйных лесов до 3 - 4 мм/град для лиственных лесов средней густоты.

Кроме того, интенсивность снеготаяния можно определить с помощью *метода теплового баланса*.

Подземное питание рек. Оно определяется характером взаимодойствия подземных (грунтовых) и речных вод. Этот вопрос подробно рассматривался в разд. 5.6. Напомним, что направленность и интенсивность упомянутого взаимодействия зависят от взаимного Положения уровня воды в реке и уровня грунтовых вод, Н спюю очередь зависящего от фазы водного режима реки и

гидрогеологических условий прилегающих к реке территорий. В случаях постоянной гидравлической связи реки и грунтовых вод с переменным направлением их движения (см. рис. 5.8, б) реки получают подземное питание в течение всего года, кроме пика половодья.

Ледниковое питание. Это питание имеют лишь реки, вытекающие из районов с высокогорными ледниками и снежниками. Вклад ледникового питания в речной сток тем больше, чем больше доля общей площади бассейна, занятая ледниками.

2. Классификация рек по видам питания

У каждой реки доля отдельных видов питания может быть различной. Определение в каждом конкретном случае вклада различных видов питания в речной сток — задача исключительно сложная. Наиболее точно ее можно решить либо с применением «меченых атомов», т. е. путем радиоактивной «маркировки» вод различного происхождения, либо путем анализа изотопного состава природных вод. Более простой, но приближенный способ выделения различных видов питания — это графическое расчленение гидрографа.

Известный русский климатолог А. И. Воейков был первым, предложившим классификацию рек земного шара по видам питания. *Классификация Воейкова* одновременно была и районированием земного шара по характеру питания рек. Были выделены области, где реки получают питание преимущественно от таяния сезонного снега и ледников; области, где реки получают воду преимущественно от дождей; области, где постоянных водотоков нет.

В настоящее время в СНГ более распространена *классификация рек по источникам, или видам питания, М. И. Львовича*. Для определения степени преобладания того или иного вида питания приняты три градации. Если один из видов питания дает более 80% годового стока реки, следует говорить об **исключительном** значении данного вида питания (другие виды питания не учитываются). Если на долю данного вида питания приходится от 50 до 80% стока, то этому виду питания придается **преимущественное** значение (другие виды питания учитываются лишь, если на их долю приходится больше 10% годового стока). Если же ни один из видов питания не дает больше 50% годового стока, то такое питание называют *смешанным*. Указанные диапазоны градаций (80 и 50%) относятся ко всем видам питания, кроме ледникового. Для ледникового питания соответствующие диапазоны градаций уменьшены до 50 и 25%.

Большая часть рек на территории СНГ имеет преобладающее снеговое питание. Почти исключительно снеговое питание имеют реки Северного Казахстана и Заволжья, Реки дождевого питания занимают южную часть СНГ к востоку от Байкала, а также бассейны Яны и Индигирки, Черноморское побережье Кавказа и Крыма, Северный Кавказ. Ледниковое питание имеют реки на Кавказе и в Средней Азии.

3. Классификация рек Средней Азии по типу питания.

В период снегового половодья (март—июнь) реками Средней Азии выносятся от 20 до 80% всего годового стока, если не считать типичные саи, у которых сток за этот период может превышать 80%. Наибольший сток в период март—июнь наблюдается на реках с низко расположенными водосборами (снегово-дождевое и снеговое питание), у которых за это время проходит более 60% годового стока. Наоборот, у рек с низкими водосборами сток за июль—сентябрь падает до нескольких процентов, а у пересыхающих саев даже до нуля. Это вполне понятно, так как в указанный период реки этого типа питаются почти исключительно за счет подземных вод.

За период октябрь—февраль по рекам Средней Азии, за исключением, очень редкими исключениями, проходит от 10 до 25% годового стока. Очень высоким стоком в этот период отличаются реки Актерек (40%), Чу при выходе из Кочкорской долины (34,5%), Атбаш (33,3%), Аксай (30,5%), Чонкурчак, Кутурга, Шахимар-дан (от 29 до 30%) и другие главным образом небольшие реки, питающиеся на низких горах, например многие реки северо-восточного склона Копет-Дага. Для этих рек характерно аномально высокое подземное питание.

Таблица 7.1.

Типы рек	Критерии, распределения рек по типам питания		
	$\delta = \frac{W_{VII-IX}}{W_{III-VI}}$	W_{VII-IX} в % от годового стока	Месяц с максимальным оттоком
Реки ледниково-снегового питания	≥ 1	≥ 38	VII, VIII
Реки снегово-ледникового питания	0,99-0,27	40-17	V, VI
Реки снегового питания	0,27-0,18	16-12	IV, V
Реки снегово-дождевого питания	0,17-0	13-0	III, IV, V

К рекам снегово-дождевого питания были отнесены водотоки с паводками, носящими селевой характер.

Предложенные критерии для отнесения рек к тому или иному типу не применимы к равнинным участкам рек, где распределение стока подвергается мощному воздействию хозяйственной деятельности человека, а также ко многим небольшим рекам с низкими водосборами, например к рекам северо-восточного склона Копет-Дага. Автор сознательно не включил в классификацию реки подземного питания, так как они типичны для равнинной области Средней Азии (так называемые карасу) и распространены в некоторых низкогорных районах Средней Азии. Водные ресурсы таких водотоков чрезвычайно малы, хотя и представляют в ряде случаев большое народнохозяйственное значение при общей бедности запасов воды.

Вопросы:

1. *Какие типы питания рек вы знаете?*
2. *На какие типы делят дожди?*
3. *Что такое фронт таяния и тыл таяния?*
4. *Расскажите о классификации Воейкова.*
5. *Каковы критерии распределения рек Средней Азии по типам питания?*

Лекция 8. Ледники, как источник питания. Влияние на водный режим рек Средней Азии

План:

1. *Происхождение ледников и их распространение на земном шаре*
2. *Типы ледников*
3. *Роль ледников в питании и режиме рек*

1. Происхождение ледников и их распространение на земном шаре

Ледник — это масса фирна и льда, образовавшаяся путем длительного накопления и преобразования твердых атмосферных осадков и обладающая собственным движением. Множество ледников, объединенных общими связями с окружающей средой и внутренними взаимосвязями и свойствами, образуют оледенение, или ледниковую систему.

Ледники Земли играют важную роль в природных процессах. Являясь аккумулятором больших объемов вод, ледники участвуют в круговороте воды в

природе и оказывают существенное регулирующее влияние на многие процессы на земном шаре (тепловой баланс планеты, температуру и соленость вод океана, сток горных рек и т.д.).

В холодный период года на обширных территориях суши идет накопление твердых атмосферных осадков — снега. В теплый период года на большей части территории снег растаивает. В каждый момент времени можно найти границу между поверхностью, покрытой снегом, и поверхностью, где снега нет. Эта граница называется *сезонной снеговой линией*. Естественно, что в течение года эта линия смещается в пространстве: в холодный период года на равнинах в сторону низких широт, а в горах — вниз по склонам, в теплый период года на равнинах — в сторону высоких широт, а в горах — вверх по склонам, причем в северном и южном полушариях — асинхронно.

Среднее положение снеговой линии называется *климатической снеговой линией*. > Выше ее в среднем за год снега может накапливаться больше, чем растаять или испариться, ниже весь выпавший за зиму снег летом должен полностью растаять. Выше климатической снеговой линии наблюдается положительный снеговой баланс, ниже — отрицательный снеговой баланс, на самой линии — нулевой снеговой баланс.

Часть тропосферы, расположенную выше климатической снеговой линии, в пределах которой снеговой баланс положительный и происходит накопление твердых атмосферных осадков, называют *мюносферой*.

Высотное положение климатической снеговой линии определяется климатическими условиями. Наинизшее положение она занимает в полярных районах, опускаясь в Антарктике до уровня моря, наивысшее — в субтропиках (до 6500 м), где наиболее высока температура воздуха и отмечаются недостаток атмосферных осадков и повышенная сухость воздуха. В южном полушарии, где климат более морской и больше осадков, климатическая снеговая линия расположена ниже, чем в северном полушарии.

Если в том или ином районе земная поверхность имеет высоты, выпадающие высоту климатической снеговой линии, то именно здесь накопление снега приводит к его преобразованию в фирн и лед и по стекает ледник. Так, выше климатической снеговой линии оказывается вся Антарктида, вершины Анд и Кордильер, некоторые горы Аляски, здесь и располагаются *ледниковые системы*. 0(111 также находятся выше климатической снеговой линии, расположенной на Земле Франца-Иосифа на высотах 50—100 м, на Шпицбергене около 450 м, на Кавказе на высотах 2700—3800 м, на Гималаях 4900--6000 м и т.д.

Таким образом, главная причина существования оледенения — климатическая. Основным условием существования ледников служит положительный снеговой баланс.

Наиболее благоприятен для образования ледников морской климат большим количеством осадков и прохладным летом. Сухой континентальный климат с жарким летом менее благоприятен для образования ледников.

Помимо климатических условий *образованию ледников способствуют и условия орографические и геоморфологические*: большие высоты, экспозиция склонов (северная в северном полушарии и южная в южном), благоприятная ориентация горных хребтов по отношению к направлению переноса влажных воздушных масс, плоские или вогнутые формы рельефа. На северных склонах Джунгарского Алатау климатическая снеговая линия расположена, например, на высотах около 3000 м, и на южных склонах — на высотах около 3500 м. В центральных частях гор Средней Азии эта линия лежит на высотах 5000 — 5500 м, в периферийных — на высотах 3000 — 3600 м.

Накопление снега выше климатической снеговой линии не может продолжаться бесконечно, и он должен каким-то образом «разгружаться». Это происходит благодаря перемещению накапливающихся масс снега и льда ниже снеговой линии и последующему их таянию и испарению в более теплых условиях, таянию ледника выше снеговой линии, сходу лавин, а на покровных ледниках также и в результате откалывания массивов льда и образования айсбергов.

Линия с нулевым снеговым балансом на теле самого ледника проходит немного ниже, чем климатическая снеговая линия в данном районе Земли. Это может быть объяснено как дополнительным поступлением снега на поверхность ледника путем метелевого и лавинного переноса, так и охлаждающим влиянием самого ледника.

С многолетним положением снеговой линии на поверхности ледника приблизительно совпадает так называемая *фирновая линия*, отделяющая поверхность фирна от поверхности льда.

2. Типы ледников

Ледники на Земле подразделяются на две основные группы: покровные и горные.

Покровные ледники размещаются на материках или крупных островах: к ним относятся ледники Антарктиды, Гренландии, арктических островов (Земля Франца-Иосифа, Новая Земля и др.). Форма покровных ледников в меньшей степени, чем у горных ледников, зависит от рельефа подстилающей поверхности земли и в основном обусловлена распределением снегового питания ледника.

Покровные ледники подразделяются на *ледниковые купола* (выпуклые ледники мощностью до 1000 м); *ледниковые щиты* (крупные выпуклые ледники мощностью более 1000 м и площадью поверхности свыше 50 тыс. км²); *выводные ледники* (быстро движущиеся ледники, через которые осуществляется основной расход льда покровных ледников; выводные ледники обычно заканчиваются в море, образуя плавучие ледниковые языки, дающие начало многочисленным айсбергам небольшого размера); *шельфовые ледники*. **Горные ледники** подразделяются на три подгруппы. Это *ледники* лежащие на вершинах отдельных гор, хребтов и горных систем, в кальдерах вулканов; *ледники склонов*, занимающие депрессии (впадины, кары) на склонах горных хребтов; *долинные ледники*, рпсологающиеся в верхних и средних частях горных долин.

Обширные горные ледники расположены в крупных и высоких горных массивах — в Гималаях, на Памире, Тянь-Шане, в Альпах, на Кавказе, на Аляске и т.д. Самый крупный горный ледник — ледник Беринга на Аляске длиной 170 км.

3. Роль ледников в питании и режиме рек

Многолетнее регулирование стока ледниками заключается в том, что талая вода ледников компенсирует недостаток воды в реках в засушливые годы. Это объясняется не просто водоотдачей ледников в засушливые годы, когда снеговое и дождевое питание рек сокращается, но и усилением этой водоотдачи в периоды с повышенной температурой воздуха. Дело в том, что повышенные годовые величины температуры воздуха и пониженные годовые количества осадков, как правило, наблюдаются одновременно (связь температуры и увлажненности, как показали О. А. Дроздов, А. С. Григорьева, — слабая отрицательная). Кроме того, в холодные и влажные периоды снег на поверхности ледника также сдерживает процесс таяния.

Сезонное регулирование также проявляется в усилении таяния ледников в теплый, засушливый период года, когда другие источники питания рек истощаются. Кроме того, сам ледник с находящимися в нем полостями, заполненными водой, а также его снежно-фирновая толща, содержащая гравитационную воду, является причиной регулирования стока и сдвига максимального стока по отношению к максимальной температуре воздуха. Поэтому на реках с ледниковым питанием максимум стока обычно смещается на вторую половину лета.

Замедленный сток талой воды внутри ледника объясняется малым коэффициентом фильтрации гравитационной воды внутри снежно-фирновой толщи. Этот коэффициент для типичных горных ледников не превышает 5—6 м/сут.

В многолетнем и особенно сезонном регулировании речного стока ледниками заключается большое практическое значение ледников. Так, ледники средней Азии дают повышенный сток рекам в конце июля — начале августа, когда питание рек талыми водами сезонных снегов уже окончилось, а дождевые осадки невелики.

Именно в июле — августе на равнинных участках рек Средней Азии осуществляется основной забор воды на орошение. Поэтому сезонное регулирование стока ледниками благоприятно сказывается на сельском хозяйстве.

Практическое значение ледников, однако, не исчерпывается использованием ледниковых вод для орошения. Эти воды идут также на водоснабжение расположенных в горах и предгорьях городов и населенных пунктов. Использует сток ледниковых рек также гидроэнергетика.

Вопросы:

1. *Что понимают под термином «линия с нулевым снеговым балансом»?*
2. *На какие две группы делятся ледники?*
3. *На какие типы делятся покровные ледники?*
4. *На какие типы делятся горные ледники?*
5. *Расскажите о практическом значении ледников*
6. *Что такое фирновая линия?*

Лекция 9. Подземные воды. Движение подземных вод

План:

1. *Общее понятие о подземных водах*
2. *Движение подземных вод*
3. *Роль подземных вод в питании рек*

1. Общее понятие о подземных водах

Подземными водами будем называть содержащиеся в земной коре воды, находящиеся в активном взаимодействии с атмосферой и поверхностными водами (океанами и морями, реками, озерами и болотами) и участвующие в круговороте воды на земном шаре. Подземные воды в таком понимании представлены в основном капиллярной и свободной (гравитационной) водой, а также перемещающимся в порах грунта водяным паром.

Но современным представлениям подземные воды по происхождению могут быть как *экзогенными* (их источник — водные объекты и поверхности суши и влага атмосферы), так и *эндогенными* (их источник — сама литосфера).

Экзогенные подземные воды попадают в горные породы либо при процессах инфильтрации и конденсации, либо в результате седиментации (осадконакопления). Эти воды называют соответственно *инфильтрационными, конденсационными и седиментационными*.

Инфильтрационные подземные воды проникают в горные породы путем инфильтрации атмосферных, речных, морских и озерных вод. Основную роль при этом играет проникновение в грунт через поры практически пресной атмосферной воды. *Конденсационные подземные воды* образуются при конденсации в порах грунта водяного пара, перемещающегося в грунте под влиянием разности (114) упругости. Считают, что вклад этого вида питания подземных вод невелик, однако в некоторых физико-географических условиях, например в пустынях, может иметь существенное значение. *Седиментационные подземные воды* образуются из вод того водного объекта, где происходил процесс седиментации, т.е. отложения напоя. Воды такого типа распространены в ложах океанов и морей, где образуют так называемые «иловые растворы».

Эндогенные подземные воды образуются в горных породах в результате дегидратации минералов (такие воды называют *дегидратационными* или «*возрожденными*») или поступают из магматических очагов, в частности в районах современного вулканизма (их называют «*ювенильными*» водами).

Инфильтрационные, конденсационные, седиментационные, дегидратационные и «ювенильные» воды при своем перемещении в горных породах смешиваются, образуя *смешанные* по происхождению воды.

2. Движение подземных вод

Под влиянием капиллярных сил, силы тяжести и гидростатического давления подземные воды приходят в движение. Движение подземных вод в зонах аэрации и насыщения существенно различается

В зоне аэрации происходит проникновение атмосферных осадков и поверхностных вод в грунт, называемое *инфильтрацией*. Различают *свободное просачивание* и *нормальную инфильтрацию*. В первом случае движение воды в грунте вертикально вниз происходит под действием силы тяжести и капиллярных сил в виде изолированных струек по капиллярным порам и отдельным канальцам; при этом пористое пространство грунта остается не насыщенным водой, в нем сохраняется движение атмосферного воздуха, что исключает влияние гидростатического давления на движение воды. Во втором случае движение воды происходит сплошным потоком под действием силы тяжести, гидростатического давления и капиллярных сил; поры (аполнены водой полностью. Инфильтрационная вода может либо достичь уровня грунтовых вод и вызвать его повышение, либо остаться в зоне аэрации в виде подвешенной воды.

В зоне насыщения под действием силы тяжести и гидростатического давления свободная (гравитационная) вода по порам и трещинам грунта перемещается в сторону уклона поверхности водоносного горизонта или в сторону уменьшения напора. Это движение называется *фильтрацией*.

3. Роль подземных вод в питании рек

Обмен подземных вод и вод океанов и морей изучен еще очень слабо. Известны лишь приближенные цифры поступления в океан подземных вод и растворенных в них солей. В среднем в океан ежегодно поступает 2,2 тыс. км³ не дренируемых реками подземных вод. Лучше изучено взаимодействие подземных вод и водных объектов суши (работы Б. И. Куделина, О. В. Попова и др.). Рассмотрим это взаимодействие на примере речных и грунтовых вод. Закономерности такого взаимодействия справедливы и для других водных объектов суши, например озер и водохранилищ.

Выделяют три типа взаимодействия речных и грунтовых вод: наличие постоянной гидравлической связи, наличие временной гидравлической связи и отсутствие гидравлической связи. Первый тип включает два подтипа: *наличие односторонней и двусторонней постоянной гидравлической связи.* Характер связи речных и грунтовых вод зависит от соотношения высоты стояния уровня в реке в половодье и межень, с одной стороны, и положения кровли водоупорного листа (водоупора) и уровня находящихся над ним грунтовых вод — с другой.

Вопросы:

2. *Какие воды называют подземными?*
3. *Укажите классификацию подземных вод по происхождению?*
4. *Какие воды образуют смешанный тип подземных вод?*
5. *Что понимают под процессом «инфильтрация»?*
6. *Что понимают под процессом «фильтрация»?*

Лекция 10. Водохранилища и озера Средней Азии

План:

1. Озера Средней Азии
2. Водохранилища Средней Азии

1. Озера Средней Азии

Общее количество озер в Средней Азии, достигает, примерно 1000, причем 80% их приходится на равнинную часть территории. Некоторое представление об общей акватории среднеазиатских озер дают материалы Д.И. Лузанского и Н.О. Савиной (1956), проводивших в 1951 г. Учет водохранилищ, имеющих рыбохозяйственное значение:

Таблица 10.1

Площади озер и водохранилищ, км²*

Республика	Озера	Водохранилища
Туркмения	15,70	84,00
Узбекистан	471,02	94,60
Таджикистан	36,74	45,00
Киргизия (только оз. Иссык-Куль)	6205,00	2,85
Общая площадь	6728,46	226,45

* Без Аральского моря

Озера равнинной части Средней Азии в основном – пойменные водоемы, обязанные своим происхождением русловым процессам, а озера, связанные с оросительными системами, по существу являются водоемами, созданными искусственно или возникшими случайно в результате заполнения водой понижений рельефа.

Пойменные озера-старицы часто располагаются рядами на пойменных террасах. Им присущи все типичные черты морфологии водоемов этого рода. Они очень однообразны, но в строении их ванн отмечаются возрастные изменения; очертания этих сильно вытянутых, узких, часто изогнутых, неглубоких и иногда многокотловинных водоемов соответствуют форме речного русла.

В отношении питания и уровня режима пойменные озера по существу представляют собой единое целое с рекой, что объясняется высокой фильтрационной способностью аллювиальных отложений, в которых заложены ванны стариц.

Температурный режим озер-стариц характеризуется своеобразными чертами, связанными с их водным питанием. В гидрохимическом отношении равнинные озера Средней Азии также довольно однообразны. Пойменные водоемы большей частью пресноводны и по солевому составу мало отличаются от речной воды. Только к осени в некоторых старицах Амударьи наблюдается повышение минерализации до 1-1,5 г/л. В отдельных случаях наиболее старые пойменные озера, утратившие всякую связь с рекой и питающиеся грунтовыми водами, осолоняются (например, ряд стариц Мургаба). Солонатыми водами отличаются и некоторые старицы Амударьи в пределах Ташаузской области. В равнинной части Средней Азии встречаются и небольшие соленые озера, но они немногочисленны. Одно из таких – Молла-Кара – лежит в старом русле Узбоя недалеко от Каспия. Оно питается выходами грунтовых вод. Соленость озера достигает примерно 30%, летом при усиленном испарении в нем происходит осадка кристаллической соли.

Горные озера. Происхождение котловин горных озер отличается большим разнообразием, чем равнинных.

Тектоническое происхождение имеют лишь немногие, преимущественно наиболее крупные котловины озер Иссык-Куль, Чатыркель, Сонкель (Тянь-Шань), и Каракуль (Памир), занимающие пониженные части неглубоких впадин, сформировавшихся в результате или горных завалов или перегораживания горных долин моренами древних ледников.

Крупнейшими завальными озерами являются Сарезское и Яшилкульна Памире, Искандеркуль на северном склоне Гиссарского хребта. Сарезское озеро возникло в феврале 1911 года в результате грандиозного обвала, перегородившего долину р. Бартанг плотиной, высотой больше 600 м. Озеро стало быстро увеличиваться и вытянулось на 70 км вверх по долине Бартанга и его площадь равна 88 км², глубина плотины превышает 500 м, а объем примерно достигает 17,3 км³. Небольшие озера завального происхождения довольно многочисленны и известны во многих горных районах. Широко рассеяны и

преимущественно небольшие ледниковые (моренные) озера. Таковы, например, водоемы на сыртах Шугнанского хребта и многие озера на склонах Ферганской долины. В предгорьях южного Таджикистана, а также на плато Ходжа-Сартис и Ходжа-Мумин распространены небольшие, но сравнительно глубокие карстовые воронки. Они образовались вследствие вымывания солей. Некоторые из них постоянно заполнены водой, другой – временами.

Таблица 10.2.

Морфологические характеристики некоторых горных озер

Озеро	Высота над ур. моря, м	Площадь водного зеркала, км ²	Длина, км	Наибольшая ширина	Глубина, м		Объем, км ³
					Наиб.	Сред.	
Сонкель	3016	292,0	33,0	17,0	22,0	-	-
Чатыркель	3530	194,6	23,5	11,7	3,8	-	-
Каракуль	3914	368,9	28,3	23,3	283,2	112,2	26,5
Яшилькуль	3734	48,0	24,6	3,6	52,0	-	-
Сарезское	3222	88,0	61,0	3,4	505,0	-	17,3
Зоркуль	4125	-	20,0	4,0	≈5,0	-	-
Искандеркуль	2178	4,0	3,3	2,9	71,7	50,8	0,2

Водный режим горных озер определяется климатическими условиями и рельефом. Все озера плотинного типа проточны. По существу плотинными следует считать и озера без поверхностного стока, но с сильно фильтрующими плотинами, такие как Сарезское. Бессточны некоторые озера тектонического происхождения: Каракуль, Чатыркель и Иссык-Куль.

2. Водохранилища Средней Азии

Водохранилища. Начало строительства водохранилищ на территории Средней Азии уходят корнями в глубину веков. По сведениям арабских географов средневековья, первые водохранилища в Средней Азии существовали уже в X-XI веках.

По состоянию на 1988 год, на территории среднеазиатского региона в бассейнах рек Амударья, Сырдарья, Чу, Таласа и Атрека, а также областей внутреннего стока Туркмении насчитывается 60 водохранилищ с объемом не менее 10 млн. м³. Общий объем водных масс, заключенных в искусственных водоемах, оценивается в 61,6 км³, что составляет около 50% водных ресурсов рек Средней Азии и позволяет обеспечивать гарантированную отдачу стока среднеазиатских рек в объеме 90 км³ в год. Общая площадь водной поверхности водохранилищ оценивается в 2949 км², что составляет 6% площадей орошаемых земель среднеазиатского региона.

Таблица 10.3

Распределение водохранилищ Средней Азии по градации высотных зон

Высота над ур. м, м.	Река			Туркмения	Средняя Азия	% от общего количества
	Амударья	Сырдарья	Чу, Талас			
	Количество					
0-500	10	5		15	30	50
500-1500	7	17	5		29	48
1500			1		1	2
Всего	17	22	6	15	60	100
	Площадь, км ²					
0-500	1256,3	1389,7		494,3	3140,3	79
500-1500	206,7	464,2	112,6		783,5	20
1500			25,0		25,0	1
Всего	1463,0	1853,9	137,6	493,4	394838	100
	Объем, млн. м ³					
0-500	11468,6	9357,5		2119,1	22945,2	37
500-1500	11826,3	25147,5	1238,7		38212,5	62
1500			470,0		470,0	1

Всего	23294,9	34505,0	1708,0	2119,1	61627,7	100
-------	---------	---------	--------	--------	---------	-----

Таблица 10.4

Распределение водохранилищ Средней Азии по градации объемов их водных масс

Объём млн. м ³	Амударья	Сырдарья	Чу, Талас	Туркмения	Средняя Азия	%
0-50	5	4	2	11	22	37
50-500	6	13	2	2	23	38
500	6	5	2	2	15	25
Всего	17	22	6	15	60	100
0-50	18,6	10,1	3,4	133,8	165,9	4
50-500	104,9	166,5	30,5	75,0	376,9	10
500	1339,5	1677,3	103,7	285,5	3406,0	86
Всего	1463,0	1853,9	137,6	494,3	3948,3	100
0-50	114,9	112,0	17,5	234,1	478,5	1
50-500	1489,0	1543,0	521,2	350,0	4803,2	8
500	2169,1	31950,0	1170,0	1535,0	56346,0	91
Всего	23294,9	34505,0	1708,7	2119,1	61627,7	100

Общий объем использования воды по Республике Узбекистан в среднем за 2002-2004 гг. составил порядка 55,1 км³, в том числе из поверхностных водных объектов – 53,7 км³, из подземных источников – 0,5 км³

Вопросы:

1. Перечислите самые крупные(по объему) равнинные озера Средней Азии
2. Какие крупные завальные озера вы знаете?
3. Сколько водохранилищ насчитывается на территории Средней Азии?
4. Каков объем использования воды в Республике Узбекистан?

Лекция 11. Метеорология и климатология. Предмет и задачи

План:

1. Понятие о метеорологии и климатологии. Предмет и задачи
2. Методы исследования в метеорологии и климатологии
3. Метеорологическая сеть

1. Понятие о метеорологии и климатологии. Предмет и задачи

Метеорология. Поверхность Земли окружена газовой, воздушной оболочкой, которая называется атмосферой. Атмосфера является одной из самых динамичных геофизических оболочек нашей планеты.

Метеорология – это одна из отраслей геофизики, наука о земной атмосфере. Термин «метеорология» происходит от греческого слова «метеорология», что означает наука о метеорах. Под словом «метеор» понималось любое явление на небесной сфере и на Земле. В атмосфере происходят многообразные физические процессы, непрерывно меняющие ее состояние, которое принято называть погодой.

К метеорологическим величинам относятся температура воздуха, влажность, скорость и направление ветра, количество, высота и толщина облаков, атмосферные осадки и другие характеристики состояния атмосферы. К метеорологическим явлениям относятся гроза, метель, пыльная буря, шквал, изморось и др.

Климатология – это наука о климате, т.е. о многолетнем режиме погодных условий, соответственном определенному месту в зависимости от его географического положения. Незначительные изменения климата в многолетнем режиме позволяет считать его устойчивой характеристикой местности. Климат является одной из физико-географических характеристик местности, т.е. одним из элементов географического ландшафта. Термин «климатология» происходит от древнегреческого слова «клима» - наклон.

Основные задачи метеорологии:

1. получение ряда точных физических данных, характеризующих атмосферу и наблюдаемые в ней явления, описание этих явлений, как с качественной, так и с количественной точки зрения (наблюдение и описание).
2. исходя из анализа полученных фактических данных, нахождение правильного объяснения атмосферных явлений и установление законов, управляющих их развитием (анализ).
3. используя найденные закономерности, разработка методов, позволяющих точно указать ход развития процессов, происходящих в атмосфере, на некоторое время вперед (прогноз).
4. применение полученных закономерностей в развитии атмосферных процессов для использования сил природы в практической деятельности (управление).

Основные задачи климатологии:

1. изучение процессов климатообразования путем исследования взаимодействия исследования радиационных и циркуляционных факторов, а также влияния подстилающей поверхности.
2. изучение закономерностей географического распределения климата, классификация климатов и климатическое районирование.
3. исследование микроклимата, установление закономерностей его образования и классификация типов микроклимата.
4. изучение причин естественных колебаний климата в прошлом, а также возможность его изменений в будущем.
5. представление характеристик климата для долгосрочного прогноза погоды, а также для обеспечения различных отраслей человеческой деятельности.

2. Методы исследования в метеорологии и климатологии

Методы исследования:

1. *Метод наблюдений*, позволяющий получать фактические сведения об атмосфере, погоде, климате. Наземные метеорологические наблюдения над основными метеорологическими величинами проводятся на нескольких тысячах метеорологических станциях и многих сотнях аэрологических станций, распределенных по поверхности земного шара. Большой объем измерений выполняется с помощью геофизических ракет и метеорологических спутников – Земли.
2. *Эксперимент* – как метод исследования в метеорологии и климатологии имеет ограниченное применение. Он может проводиться в естественных и лабораторных условиях. К экспериментам относятся опыты по воздействию на градовые облака с целью их подавления, опыты по воздействию на слоисто-дождевые облака с целью вызывания дополнительных осадков, опыты по рассеиванию туманов.

С целью сбора более полных данных о состоянии гидросферы и атмосферы над обширными территориями проводились так называемые международные годы. Первый и второй полярные международные полярные годы (МПГ) были проведены в 1882-1883 и 1932-1933 гг. К экспериментам климатического характера можно отнести любые воздействия человека на окружающую среду, в результате чего изменяется климат в региональном или глобальном масштабах. Это создание водохранилищ, орошение, вырубка лесов, обмеление Аральского моря, выбросы в атмосферу «парниковых» газов и т.д.

3. *Метод статистического анализа.* Этот метод позволяет решить следующие задачи: 1. вероятно-статистический аппарат лежит в основе климатологической обработки результатов наблюдений. 2. с помощью статистического метода корреляции можно установить связь между различными метеорологическими величинами или явлениями.

4. *Физико-математический анализ.* С помощью этого метода на основании законов физики получают объяснения обнаруженные в атмосфере явления и связи, а также создаются теории возникновения и развития атмосферных процессов и их взаимодействия друг с другом. На основе общих законов физики составляются дифференциальные уравнения, описывающие атмосферные процессы. В последние годы широкое распространение получило математическое моделирование атмосферных процессов.

5. *Метод картографирования.* Крупномасштабные атмосферные процессы разворачиваются на больших пространствах. Поэтому особое значение в метеорологии и климатологии имеет сопоставление наблюдений на географических картах. На синоптическую карту наносятся фактические результаты наблюдений у поверхности Земли, сделанных в разных местах в один и тот же момент. На климатических картах наносятся результаты статистических обработок за многолетние наблюдения. Строятся карты изолиний, средних величин, повторяемости градаций метеорологических величин или атмосферных явлений.

3. Метеорологическая сеть.

Метеорологическая сеть (М,С,) состоит из метеорологических станций, аэрологических станций и станций специального назначения. К метеорологическим станциям специального назначения относятся те, которые связаны с обслуживанием различных отраслей человеческой деятельности (сельское хозяйство, транспорт, заповедники, курорты и т.д.). Наблюдения на всех сетевых станциях регламентируются правилами, инструкциями, изложенными в соответственных наставлениях.

На сетевых метеостанциях программой наблюдения предусмотрено измерение следующих метеорологических величин и явлений:

- температура воздуха на высоте двух метров над земной поверхностью;
- атмосферное давление;
- ветер;
- влажность воздуха;
- облачность;
- количество осадков;
- атмосферные явления – туман, роса, метель;
- состояние поверхности почвы;
- снежный покров.

Вопросы:

1. *Что подразумевают под понятиями «метеорология» и «климатология»?*
2. *Каковы основные задачи метеорологии?*
3. *Каковы основные задачи климатологии?*
4. *Какие методы исследования в метеорологии и климатологии Вы знаете?*
5. *Что входит в состав метода наблюдения?*
6. *Что понимают под физико-математическим анализом?*
7. *Расскажите о разделении и классификации метеорологических сетей*

Лекция 12. Международное сотрудничество в области метеорологии и климатологии

В 1873 году на Первом международном метеорологическом конгрессе, проходившем в Вене, была создана Международная метеорологическая организация (ММО). В 1947 году она была преобразована во Всемирную

метеорологическую организацию (ВМО). ВМО осуществляется обмен метеоданными между службами всех стран, контролируется соблюдение единой методики наблюдений.

Узбекистан как независимое государство был принят в ВМО в январе 1993 году. В настоящее время Главгидромет Республики Узбекистан участвует во всех 7 программах ВМО, среди которых «Всемирная климатическая программа», «Программа по атмосферным исследованиям и окружающей среде», «Программа по применению метеорологии».

Лекция 13. Практическое значение метеорологии и климатологии

План:

Практическое значение метеорологии и климатологии

1. Погода и климат оказывают огромное влияние практически на все стороны человеческой деятельности. Такие крупномасштабные стихийные бедствия как наводнения и засухи приводят не только к человеческим жертвам, но и могут нанести большой ущерб экономике определенных стран и регионов. Значительный урон наносят такие явления как – торнадо (смерч), заморозки, сильные ливни, лавины и др. Для предотвращения или уменьшения ущерба необходимы прогнозы погоды на различные сроки (12 часов, сутки, трое суток и т.д.).
 2. Одно из первых мест по количеству используемой метеоинформации и уровню требований, предъявляемых к ней, занимает авиация. Взлет и посадка самолетов и вертолетов в сильной степени зависят от состояния взлетно-посадочной полосы, видимости на ней, на которую влияют туманы, сильные осадки, пыльные бури, низка облачность, сильный ветер. При полете на высотах необходимы сведения о ветрах, обледенении, грозах и облачности.
 3. Очень чувствительно к изменениям погоды и климата сельское хозяйство. Агрометеорология изучает влияние погодных условий на продуктивность сельскохозяйственных угодий. На продуктивность полей большое влияние оказывает влажность почвы и воздуха, количество осадков, света, тепла. Метеорологические сведения необходимы для проведения мероприятий по защите сельскохозяйственных культур от неблагоприятных метеоявлений (заморозки, градобитие и т.д.).
- Агроклиматология* изучает климатические условия возделывания сельскохозяйственных культур. Она занимается также агроклиматическим описанием и районированием территории для наиболее целесообразного и эффективного размещения сельскохозяйственного производства.
4. *Медицинская (био) метеорология и климатология* занимается изучением проблем, связанных с влиянием погоды и климата на организм человека. При этом используются метеорологические данные, характеризующие определенные типы погоды, выделенные по методике комплексной климатологии. Большое внимание уделяется таким метеорологическим факторам как температура, влажность воздуха, скорость ветра, а также солнечная радиация (особенно ее ультрафиолетовая часть).
 5. Климатические данные широко используются при планировке новых городов и населенных пунктов. Климатические данные необходимы при проектировании различных зданий, сооружений, линий связи и др.
 6. Метеорологические данные широко используются при обслуживании морского, железнодорожного и автомобильного транспорта. Для них важное значение имеют сведения о штормовых ветрах, туманах и т.д. В соответствии с объектом обслуживания возникли такие отрасли науки как морская и транспортная метеорология и климатология.
 7. Метеорологические условия влияют на эксплуатацию различных технических изделий (техническая метеорология), на проведение войсковых операций (военная метеорология) и т.д.
 8. В последние десятилетия исключительную остроту приобрела проблема взаимодействия человеческого общества с природной средой, в частности

проблемы борьбы с загрязнением атмосферы отходами промышленного производства и транспорта.

В настоящее время большое внимание обращается на использование человеком новых источников энергии, в частности ветровой и солнечной. Эти виды энергии представляют большую ценность в том отношении, что являются неиссякаемыми, что особенно важно, не связаны с загрязнением окружающей среды.

Вопросы:

1. На какие виды деятельности человека особенно влияют погода и климат?
2. Чем занимается агроклиматология?
3. Чем занимается медицинская метеорология?
4. Какие метеорологические сведения необходимы для авиации?

Лекция 14. Атмосферные осадки, факторы влияющие на распределение осадков. Гиетографическая кривая и градиент осадков.

План:

1. Образование атмосферных осадков
2. Влияние различных факторов на количество осадков
3. Приборы для измерения атмосферных осадков
4. Способы определения среднего количества осадков для бассейна реки

1. Образование атмосферных осадков.

Атмосферные осадки, являясь основным источником пополнения запасов вод суши, при анализе режима этих вод чаще всего представляют особый интерес лишь с момента их выпадения на поверхность почвы или водоема. Детальное исследование вопроса о происхождении атмосферных осадков относится к области метеорологии. Однако ряд вопросов, относящихся к области исследования атмосферных осадков (формирование и исчезновение снежного покрова, интенсивность и площадь распространения дождей, методы учета осадков и пр.), составляет предмет совместного изучения метеорологии и гидрологии, хотя и с различной степенью подробности.

Образование атмосферных осадков. Водяной пар, попадающий в атмосферу в результате испарения, может переходить в жидкое состояние, если упругость его достигнет максимального значения при данной температуре или превзойдет ее. Водяной пар оказывается в состоянии насыщения главным образом вследствие охлаждения воздуха. Наиболее резко процесс охлаждения воздуха происходит при его поднятии. Восходящие движения, вызывающие охлаждение воздуха и конденсацию водяного пара, могут возникать в результате: 1) сильного прогрева земной поверхности, 2) восходящего скольжения теплого воздуха по массе холодного воздуха (при прохождении циклонов), 3) поднятия воздуха по неровностям земной поверхности (горы). Охлаждение воздуха от указанных причин вызывает образование осадков, которые выпадают в виде дождя, снега и града.

Кроме того, водяной пар может выделяться непосредственно из воздуха на поверхность земли в виде росы, инея и изморози, когда в ясные тихие ночи вследствие лучеиспускания сильно охлаждается поверхность земли и соприкасающийся с ней воздух.

Количество воды, выделяющееся из воздуха в виде росы, инея и изморози, обычно невелико по сравнению с осадками. Только в отдельных районах, бедных осадками, роль их в водном балансе может оказаться существенной.

Различные причины, вызывающие охлаждение воздуха, определяют и различный характер выпадения осадков. Быстрое поднятие воздуха от сильно нагретой земной поверхности, а также в ряде случаев и подъем по неровностям земной поверхности обуславливают выпадение ливневых осадков, обладающих большой интенсивностью, сравнительно короткой продолжительностью и малой площадью распространения.

Наоборот, медленное восхождение теплого воздуха обуславливает обложные дожди сравнительно небольшой интенсивности, но часто весьма продолжительные и с большой площадью распространения.

Различный характер выпадения осадков оказывает существенное влияние на процесс стока поверхностных вод и накопление запасов подземных вод. При интенсивных дождях

вода не успевает просачиваться в почву и бурными потоками стекает в речную сеть. Наоборот, при малоинтенсивных, но длительных дождях создаются более благоприятные условия для пополнения запасов грунтовых вод. Так как интенсивные дожди (ливни) обычно распространяются на меньшую площадь, чем обложные дожди, то на малых водосборах особо интенсивный поверхностный сток наблюдается от ливней, а на больших — от обложных дождей.

Количество осадков оценивается толщиной слоя воды (в миллиметрах), выпавшей на горизонтальную поверхность. Количество твердых осадков (снега) также измеряется толщиной слоя воды, получающегося после их таяния.

2. Влияние различных факторов на количество осадков.

При оценке влияния осадков на режим вод суши, особенно в условиях недостаточно густой сети дождемерных пунктов, существенное значение имеет знание роли различных факторов в формировании осадков. Наиболее существенное влияние на осадки оказывает рельеф. В некоторой мере прослеживается влияние растительности и водной поверхности.

Влияние рельефа. Распределение осадков по поверхности суши зависит как от расположения местности по отношению к океану, дающему основное количество влаги, так и от ее рельефа. В горной местности склоны, обращенные к влагоносным ветрам, получают большее количество осадков, чем противоположные. Влияние рельефа сказывается и в том, что с повышением местности над уровнем моря количество выпадающих осадков обычно увеличивается. Отмеченная закономерность особенно резко проявляется в горных районах. Однако и на равнинных территориях влияние рельефа также заметно. Даже небольшие возвышенности вызывают увеличение количества осадков по сравнению с окружающей местностью. Увеличение осадков с повышением местности объясняется тем, что возвышенности вызывают или усиливают восходящие токи воздуха. Поднимающийся по склону воздух охлаждается, что создает благоприятные условия для выпадения осадков. При этом зимой влияние рельефа оказывается более существенным, чем летом. Летом облака образуются на большей высоте, чем зимой, и поэтому небольшие возвышенности в этот период мало влияют на осадки.

Влияние леса и водной поверхности. Влияние леса на количество осадков сказывается в двух направлениях. Во-первых, поверхность леса создает повышенную по сравнению с рядом расположенными безлесными пространствами шероховатость. Это вызывает торможение движения нижних слоев влажного воздуха; вследствие уменьшения скорости массы воздуха как бы нагромождаются над лесом; при этом возникают восходящие токи воздуха, способствующие конденсации и выпадению осадков. Во-вторых, растительный покров, в частности кроны деревьев, задерживает осадки, не допуская проникновения части их до поверхности земли. Таким образом, непосредственно под кронами деревьев поверхности земли достигает меньшее количество осадков, чем на полянах; в свою очередь на полянах или вообще в районах, в пределах которых воздушные потоки подвержены воздействию дополнительной шероховатости за счет леса, осадков выпадает несколько больше, чем на безлесных пространствах.

3. Приборы для измерения атмосферных осадков.

Начало массовых регулярных наблюдений за атмосферными осадками относится к концу прошлого столетия. За истекшее время на сети сменились три типа приборов: дождемер с приемной поверхностью 500 см² без ветровой защиты, такой же дождемер с конической защитой Нифера и, наконец, осадкомер Третьякова с приемной площадью 200 см² и лепестковой защитой.

Замена дождемеров без защиты с конической защитой Нифера происходила с 1893 по 1910 г., а массовая замена дождемера с защитой осадкомером Третьякова — с 1950 по 1955 г.

Хотя замена одной системы приборов другой имела целью повышение точности измерения осадков, однако, как показывали последующие сравнения различия в количестве измеряемых осадков, возникающие за счет изменения конструкции прибора, оказывались значительно меньшими, чем различия за счет характера установки приборов, в частности условий их защищенности от воздействия ветра.

4. Способы определения среднего количества осадков для бассейна реки.

При наличии в пределах речного или вблизи его границ нескольких станций, фиксирующих выпадающие атмосферные осадки, для вычисления среднего слоя осадков, выпадающих на поверхность бассейна, используют следующие способы:

- 1) средней арифметической;
- 2) квадратов;
- 3) медиан;
- 4) изогийет.

Способ средней арифметической является наиболее простым и вместе с тем практическим наиболее распространенным применительно к равнинным достаточно однородным водосборам. В этом случае суммируются значения слоя осадков, зарегистрированные на всех метеорологических станциях, расположенных в пределах водосбора, и полученная сумма делится на число станций, использованных для расчета.

При расчете по методу среднего арифметического средний слой осадков на водосборе вычисляется по формуле:

$$X_0 = \sum X_i / n, \text{ мм} \quad (14.1)$$

где $\sum X_i$ – сумма годовых осадков по станциям, принятым для расчета; n – число станций.

Метод квадратов заключается в том, что площадь бассейна делится на сеть равновеликих квадратов. Для каждого квадрата вычисляется среднее количество осадков как среднее арифметическое из показаний всех станций в квадрате. В случае если станция находится на границе двух квадратов, ее показания следует учесть в этих смежных квадратах.

Если в квадрат не попадает ни одна станция, количества осадков для такого квадрата определяется по интерполяции между соседними станциями или между квадратами и ставится знак Δ . Полученное для квадрата значение осадков выписывается в его центре и обводится кружком. Средний слой осадков вычисляется по формуле:

$$X_0 = \sum X_i / n^i, \quad (14.2)$$

где $\sum X_i$ – сумма средних значений осадков для квадратов, мм; n^i – число квадратов.

Способ изогийет применяется при наличии достаточно густой сети станций с целью более детального освещения закономерности распределения осадков по территории. Изогийеты – линии, соединяющие на карте места одинаковым количеством атмосферных осадков за выбранный период времени. Для проведения изогийет задаются их сечением (интервалами), устанавливаемыми в зависимости от амплитуды колебания осадков. Сечение может быть через 5, 10, 20, 25, 50, 100 мм.

Для проведения изогийет производится интерполяция осадков между ближайшими станциями, считая, что изменение их между станциями происходит равномерно. Интерполяция применяется *аналитическая* и *графическая*.

Рассмотрим пример *аналитической* интерполяции. Для станций 15 и 17 годовые значения осадков соответственно 469 и 413 мм. При заданном сечении между этими станциями пройдет изогийета 420 и 440 мм. На рис.1.1 измеряется линейкой расстояние по прямой между этими станциями: оно равно 20 мм. Разность показаний станций равно $469 - 413 = 56$ мм. Расстояние на карте на 1 мм осадков равно: $20 : 56 = 0,36$ мм.

Выше от станции 17 для проведения изогийеты 420 мм и 440 мм надо прибавить (413 мм) 7 мм и 27 мм осадков, что в переводе на расстояние равно: $0,36 * 7 = 2,5$ мм; $0,36 * 27 = 9,7$ мм.

Следовательно, отложив на карте от станции 17 до станции 15 по прямой расстояние 2,5 мм определим точку прохождения изогийеты 420 мм и на расстоянии 9,7 мм определим точку прохождения изогийеты 440 мм. Аналогично интерполируется расстояние между всеми станциями.

Для вычисления среднего многолетнего количества осадков определяется планиметрированием площадь, заключенные между изогийетами, в делениях планиметра или км^2 . Средний многолетний слой осадков в миллиметрах по методу изогийет вычисляется по формуле:

$$X_0 = X_1 f_1 + X_2 f_2 + \dots + X_n f_n / f_1 + f_2 + \dots + f_n, \text{ мм.} \quad (14.3)$$

где X_1, X_2, \dots, X_n – средние значения осадков по изогийетам; f_1, f_2, \dots, f_n – площади между изогийетами.

Для вычисления X_0 по формуле (14.2) рекомендуется составить вспомогательную таблицу 14.2.

К расчету слоя осадков по формуле (14.2) для водосбора

Значения изогиет, мм	X_i	f_i	$X_i f_i$
520-500	510	145	73950
500-480	490	360	176400
480-460	470	286	134420
460-440	450	102	45900
440-420	430	30	12900
420-400	410	32	13120
		955	456690

Поставляя данные из табл. 1.2 в формулу, получим средний многолетний слой осадков:

$$X_0 = 456690 / 955 = 478,3 \text{ мм.} \quad (14.4)$$

Вопросы:

1. *Расскажите о процессе образования атмосферных осадков?*
2. *Какие приборы используются для измерения атмосферных осадков?*
3. *Перечислите способы определения среднего количества осадков для бассейна реки.*
4. *В чем заключается суть метода изогиет для определения среднего количества осадков?*
5. *В чем суть способа средней арифметической для определения среднего количества осадков?*

Лекция 15. Снег. Физические свойства и измерение снежного покрова

План:

1. *Твердые осадки*
2. *Физические свойства снега*
3. *Снежный покров*

1. Твердые осадки

Нагреваемые у земной поверхности воздушные массы насыщаются водяными парами и поднимаются вверх, постепенно при этом охлаждаясь. При определенной температуре влажность воздуха достигает величины предельной насыщенности, и дальнейшее понижение температуры приводит к тому, что воздух становится пересыщенным. Излишки водяных паров конденсируются в виде мельчайших капель, которые в зависимости от конкретных термодинамических условий могут исчезать, расти или замерзать и превращаться в кристаллики льда.

Зародыши кристаллов льда растут вследствие конденсации на их поверхности паров воды из окружающего воздуха и замерзания этой влаги. Скорость роста кристаллов тем большая, чем ниже температура облака, в котором зарождаются эти кристаллы. Утяжеленные кристаллы льда начинают падать и при этом обрастают дополнительным слоем льда, образующимся из капель воды, которые они встречают на своем пути. Заметное падение кристаллов льда в атмосфере начинается при достижении ими размера около 50 мкм.

Кристаллы образующегося в атмосфере льда весьма разнообразны по своей форме: иглы, призмы, пирамиды, столбики, пластинки, звездочки и комбинированные фигуры. Опускаясь вниз, они претерпевают большие изменения, могут расплавляться и превращаться в капельки тумана или увеличиваться и превращаться в снежинки, ледяную крупу или град, выпадающие на поверхность земли в виде твердых осадков.

2. Физические свойства снега

Плотность и пористость. Снег представляет собой пористую массу, состоящую из относительно прочных, но слабо связанных между собой кристаллов и зерен, между

которыми содержится воздух. Отношение объема воздуха, заключенного в образце снега, к общему объему этого образца называется пористостью снега n' .

$$n = \frac{1 - \rho_{сн}}{\rho_{л}},$$

где $\rho_{сн}$ — плотность снега; $\rho_{л} = 917 \text{ кг/м}^3$ — плотность кристаллов льда

Во влажном снеге поры между кристаллами льда частично заполнены водой. Отношение объема воздуха, заключенного в снеге, к общему объему, или воздушная пористость влажного снега, составляет:

$$n_{возд} = \frac{1 - \rho'}{\rho_{л}(1 - 0,083) \times W},$$

где ρ' — плотность влажного снега, $\rho_{л} = 917 \text{ кг/м}^3$ — плотность кристаллов льда, W — влажность снега, определяемая как отношение массы включая массу кристаллов льда и в снега.

Воздухопроницаемость снега обусловлена тем, что воздушные поры между зернами связаны между собой. Количества воздуха, которое может проникать через снег, определяется и градиентом давления воздуха в снеге, и коэффициентом воздухопроницаемости:

$$K_B = v_B \times i,$$

где K_B — кажущаяся скорость воздуха в снеге, равная объему воздуха, проникающего через 1 м^2 сечения потока в 1 с (фактическая скорость потока воздуха в снеге больше кажущейся, так как суммарное сечение пор, через которые проходит воздух, меньше общего сечения); $i = \Delta P / \vartheta$ — градиент давления воздуха в снеге; ΔP — перепад давления на расстоянии ϑ , исчисляемый в метрах водяного столба.

По мере увеличения плотности снега воздухопроницаемость уменьшается. В снежном покрове одновременно проявляются две тенденции в изменении коэффициента воздухопроницаемости — его уменьшение по мере естественного уплотнения снега и возрастание по мере увеличения размеров зерен и пор между ними в процессе метаморфизма. В результате наблюдается большой разброс значений коэффициента воздухопроницаемости K_B в пределах $0,2$ — 15 м/с в зависимости от пористости и: структуры снега.

В снежном покрове обычно перемещается не чистый воздух, а воздух с некоторым содержанием водяного пара. Содержание пара близко к величине полной влагонасыщенности воздуха при заданной температуре. При меньшем содержании влаги происходит возгонка льда с поверхности зерен, а при движении пересыщенного воздуха излишки водяного пара намерзают на зернах.

Воздухопроницаемость мокрого снега уменьшается по мере заполнения пор водой и уменьшения воздушной пористости.

Водоудерживающая способность. Поверхность зерен снега обладает адсорбционными свойствами, т. е. снег способен впитывать воду. Если нижнюю часть образца снега залить водой, то она поднимется по капиллярам между зернами на некоторую высоту над свободным уровнем воды, называемую высотой капиллярного поднятия. Высота капиллярного поднятия воды в снеге колеблется в пределах $0,1$ – $1,0 \text{ м}$ в зависимости от его пористости и структуры.

Вода обволакивает зерна снега пленками, которые могут перемещаться под действием молекулярных и менисковых сил в капиллярах между зернами. При низкой температуре снега пленочная вода замерзает на зернах, повышая их температуру. Поэтому при насыщении снега водой его температура обычно близка к 0° . Наибольшее количество пленочной и капиллярно-подвешенной воды, которую удерживает снег, называется его максимальной водоудерживающей способностью.

Водоудерживающая способность снега зависит главным образом от величины эффективной поверхности зерен снега (величины свободной поверхности зерен снега в единице объема).

При влажности снега больше максимальной водоудерживающей способности вода начинает протекать через снег под действием гравитационных сил или разности давления.

Теплоемкость. Объемная теплоемкость сухого снега равна сумме теплоемкостей содержащихся в нем кристаллов льда воздуха и водяного пара.

Теплоемкости воздуха и водяного пара в снеге малы сравнению с теплоемкостью ледяных зерен, поэтому ими но пренебрегают и объемную теплоемкость снега выражают в виде произведения плотности снега на удельную теплоемкость льда.

Мокрый снег имеет температуру 0° , а при понижении температуры содержащаяся в снеге вода замерзает. Поэтому кажущаяся теплоемкость мокрого снега, а точнее, количество тепла, выделяемое при понижении температуры снега на 1° , включает в себя теплоемкость ледяного скелета и скрытую теплоту замерзания воды.

3. Снежный покров

При устойчивых отрицательных температурах воздуха снег, выпавший на земную поверхность, остается лежать на ней в виде *снежного покрова*. В высоких полярных широтах (Антарктида, Гренландия, Арктический бассейн) снежный покров сохраняется круглый год. В умеренных и тропических широтах снег удерживается круглый год только на больших высотах в горах. На равнинах умеренных широт снежный покров стаивает весной и устанавливается вновь осенью.

В таянии снежного покрова основную роль играет адвекция теплых воздушных масс с температурой выше нуля. Нагревание снега солнечной радиацией имеет второстепенное значение вследствие большого альбедо снега. Но загрязненный снег, например в городах, нагревается солнечными лучами больше и тает быстрее, чем чистый.

В снежном покрове содержится много воздуха, и *плотность* покрова очень мала: один кубический метр снега весит 20—200 кг, т. е. плотность снега всего порядка 0,02—0,2 от плотности воды. Такой рыхлый снежный покров обладает наименьшей теплопроводностью. За зиму снежный покров слеживается. Особенно увеличивается его плотность при оттепелях или весенних дождях. В Санкт-Петербурге средняя плотность снежного покрова растет от 0,14 в ноябре до 0,32 в апреле. Если поверхность снега подтаивает, а затем снова подмерзает, получается твердая ледяная корка — *наст*. Такой снег лучше удерживает лыжи, чем рыхлый свежеснежный покров.

Снежный покров не так далеко распространяется в низкие широты, как само выпадение снега. В отдельные дни снег может выпадать и в очень низких широтах (до $20—25^{\circ}$ ш. над сушей); но устойчивого снежного покрова там, конечно, не будет. Выпадение снега в равнинных местностях наблюдается почти по всей Европе, кроме крайнего юго-запада.

Распределение снежного покрова в сильной степени зависит от *топографии* и *орографии местности*. В низких местах рельефа снежный покров имеет большую высоту, так как снег наносится туда ветром; на возвышенностях снежный покров, напротив, тоньше по той же причине ветрового сноса. При переносе ветром снег особенно накапливается у препятствий (заборов, лесных посадок и пр.), где высота покрова возрастает. На этом основаны мероприятия по задержанию снега на полях и по защите железных дорог от снега. Очень высок снежный покров на наветренных склонах гор и на перевалах. В районе горы Ачишхо, в Западном Закавказье, снежный покров к концу зимы достигает в среднем 4—5 ж, а в отдельные годы 7—8 ж.

Снежный покров влияет на воздух *охлаждающим образом*. Над ним образуются значительные *приземные радиационные инверсии* температуры. Весной, при таянии снежного покрова, приток тепла идет на таяние снега и температура воздуха остается близкой к нулю до тех пор, пока снег не стает. В теплом воздухе, текущем над тающим снежным покровом, могут возникать так называемые *весенние инверсии* температуры (см. главу четвертую, параграф 33).

Запасы воды, накапливаемые за зиму в снежном покрове, примерно на 50% обеспечивают питание рек Советского Союза. С весенним таянием снега связаны половодья на его равнинных реках. Высота половодья зависит не только от накопленных за зиму запасов снега, но и от быстроты его таяния и от свойств поверхности почвы. Особенно высоки половодья, если снег осенью выпадает на замерзшую почву: весной талые воды вследствие этого не впитываются в почву, а стекают.

Наличие снежного покрова сильно повышает *освещенность*. Рассеянная радиация увеличивается вследствие отражения как прямой, так и рассеянной радиации от снежного покрова и вторичного ее рассеяния; поэтому повышается и освещенность. Сильное отражение и рассеяние света в снежных горах может вызвать временную слепоту у альпинистов. Особое значение имеет «снежная» добавка к рассеянной радиации в Арктике и Антарктиде летом.

Вопросы:

1. *Напишите уравнение воздушной пористости влажного снега.*
2. *Что называется пористостью снега?*
3. *Напишите уравнение коэффициента воздухопроницаемости снега.*
4. *Чему равна объемная теплоемкость сухого снега?*

Лекция 16. Общие сведения о климате. Исследования изменения климата*План:*

1. *Общие определения и понятия*
2. *Климатообразующие процессы и факторы*
3. *Исторические сведения об изменении климата*
4. *Определяющие факторы изменения климата*

1. Основные определения и понятия

В процессе длительной эволюции Земли на ней сформировались три основные оболочки: твердая (литосфера), жидкая (гидросфера), и газообразная (атмосфера). Многообразные и сложные физические и химические процессы в этих оболочках- сферах изучаются науками о Земле, которые принято называть геофизическими.

Атмосфера представляет собой газообразную среду, которая состоит из смеси газов, водяных паров и аэрозоля. Основными свойствами атмосферы являются её неоднородность в пространстве и большая изменчивость во времени. Физические процессы, протекающие в атмосфере, изучает физика атмосферы.

Физика атмосферы (общая метеорология) - наука о составе и строении атмосферы, физических процессах и явлениях в ней, которые связаны с поглощением и излучением тепла, нагреванием и охлаждением воздуха, закономерностями её движения, процессами испарения и конденсации водяного пара, а также разнообразными оптическими, электрическими, акустическими и другими явлениями.

Слово «метеорология» было введено Аристотелем (III в. до н. э.). Оно произошло от двух греческих слов: «метеор», которое в древней Греции означало всякое земное явление (облака, ветер, землетрясения и др.) и «логос», т.е. - изучение, познание.

Погода представляет собой физическое состояние атмосферы (до 10-12 км) и деятельного слоя в конкретный момент или промежуток времени и в данном месте. Погода характеризуется рядом *метеорологических величин и явлений*. К метеорологическим величинам относятся температура воздуха, влажность воздуха, давление воздуха, скорость и направление ветра, количество, высота и тип облаков, вид и интенсивность осадков, потоки лучистой энергии и тепла и др. *Метеорологическое явление* - это физический процесс, характеризующийся определенной совокупностью метеорологических величин. К ним относятся гроза, туман, пыльная (песчаная) буря, метель, роса, гололед и др. Главной особенностью погоды является её непрерывно меняющееся состояние, т.е. погода *неустойчива во времени*.

Климат представляет собой многолетний режим погоды, определяемый географической широтой места, его удаленностью от океана, рельефом суши, высотой над уровнем моря, типом подстилающей поверхности и рядом других факторов. Незначительные изменения климата в многолетнем периоде позволяют считать его *устойчивой* характеристикой данной местности. По этой причине климат является одной из составляющих географического ландшафта.

Слово климат было также введено Аристотелем и означало «наклон», под которым понимается наклон земной поверхности к солнечным лучам.

Климатология - научная дисциплина, изучающая процессы климатообразования, описание и классификацию климатов Земли в прошлом, настоящем и будущем, воздействие климата на человеческую деятельность и обратное воздействие человека на климат.

Одной из основных задач климатологии является изучение *глобальной климатической системы* и прогноз возможных изменений *глобального и локального* климата.

Глобальная климатическая система включает в себя нижнюю атмосферу (тропосфера) и нижнюю стратосферу, гидросферу (океан и поверхностные воды), криосферу (зоны оледенения арктических районов, горные ледники, вечная мерзлота) и

биосферу. Все перечисленные компоненты находятся в состоянии непрерывного и сложного взаимодействия.

Глобальный климат представляет собой статистическую совокупность состояний, проходимых климатической системой за периоды времени нескольких десятилетий. В таком представлении климат является понятием глобальным.

Локальный климат является совокупностью атмосферных условий за многолетний период, свойственных той или иной местности. В таком понимании климат становится одной из физико-географических характеристик.

Макроклимат - это климат крупных географических пространств, начиная от географического района (ландшафта в региональном понимании) до глобального климата.

Климат отдельных небольших географических образований принято характеризовать *мезоциматом* и *микроклиматом*.

Мезоклимат - это климат отдельных подразделений географического ландшафта (урочище, лес, долина, город и т.п.), масштаб которых не превышает сотни километров.

Микроклимат - это климат небольшой территории или искусственного образования, размеры которого не превышают несколько сотен метров (парк, берег озера, опушка леса и т.п.).

2. Климатообразующие процессы и факторы

Факторы, определяющие климат Земли и его изменения, принято в настоящее время разделять на естественные и антропогенные, т.е. связанные с различными видами деятельности человека.

Естественные климатообразующие факторы. К этим факторам формирования климата и его изменения относятся следующие три группы: *астрономические*, *внешние геофизические* и *внутренние геофизические*. *Астрономические факторы*. К ним относятся:

- светимость солнца и изменения солнечной активности;
- параметры орбиты Земли;
- изменение параметров земной орбиты вследствие взаимодействия гравитационного поля Земли с Солнцем, Луной и другими планетами;
- влияние плотности межзвездной среды на приход солнечной радиации.

От этих факторов зависит приход солнечной энергии на верхнюю границу атмосферы, под влиянием которой формируется так называемый *солярный* (солнечный) климат. Эта величина называется *солнечной постоянной*. При среднем расстоянии Земли от Солнца значение солнечной постоянной с 1 января 1981 г. принято равным $(1.367 + 0.007)$ кВт/м².

Внешние геофизические факторы. К ним относятся: размеры и масса Земли; угловая скорость вращения Земли; поле тяжести Земли и его аномалии; магнитное поле Земли;

процессы в земных недрах, приводящие к вулканическим явлениям; геотермальные потоки тепла и др.

Из перечисленных факторов наиболее существенное влияние на климат оказывает вулканизм. При извержениях вулканов в атмосферу поступает около 15- 25 млн. тонн аэрозоля в год. Это огромное количество аэрозольных частиц оказывает неоднозначное влияние, как на приходящую коротковолновую радиацию Солнца, так и на длинноволновое излучение атмосферы и земной поверхности. Изменения угловой скорости вращения Земли способно повлиять на интенсивность *атмосферной циркуляции*, а, следовательно, на положение и интенсивность основных *центров действия атмосферы*.

Внутренние геофизические факторы. Эти факторы характерны для отдельных составляющих климатической системы и закономерностей взаимодействия между ними. К ним относятся:

химический состав атмосферы; особенности распределения материков и океанов; рельеф поверхности суши; масса и свойства океана;

циркуляционные процессы в атмосфере и океане; прозрачность атмосферы и облачность. Среди перечисленных факторов наиболее существенное влияние на изменение климата оказывают водяной пар и двуоксид углерода, которые обуславливают формирование естественного парникового эффекта. Расчеты показывают, что при

отсутствии водяного пара температура воздуха у поверхности земли была бы ниже почти на 25 С, а при отсутствии углекислого газа - на 6 С.

Неоднородность распределения суши и океанов играет огромную роль в процессах *вягаооборота* и *теплооборота*. Под влиянием общей циркуляции атмосферы и океана формируются основные *климатические пояса*.

Используют также другой подход к определению естественных факторов климатообразования, в соответствии с которым выделяют следующие три группы: *радиационный, географический и циркуляционный*.

Радиационные факторы. К ним относятся факторы, от которых зависит формирование радиационного режима подстилающей поверхности, атмосферы и Земли в целом. Это следующие *астрономические факторы*:

- величина солнечной постоянной;
- склонение Солнца;
- часовой угол. Это также *метеорологические факторы*.
- состав атмосферы, содержание в ней атмосферного аэрозоля и водяного пара;
- прозрачность атмосферы, которая зависит от концентрации аэрозоля и водяного пара;
- количество и тип облачности;
- альbedo подстилающей поверхности, определяемое её типом и состоянием;
- влажность и температура подстилающей поверхности.

Все перечисленные факторы определяют суточный и годовой ход радиационного баланса подстилающей поверхности и атмосферы, а также его составляющих (прямая, рассеянная и суммарная радиация, эффективное излучение).

Географические факторы. Они связаны с влиянием следующих характеристик:

- географическая широта места;
- географическое распределение материков и океанов;
- размеры, масса и состав океана;

рельеф поверхности суши и дна океанов; высота над уровнем моря;

наличие растительного, снежного или ледяного покрова; холодные и теплые океанические течения; размер и масса Земли.

ысота над уровнем моря также является географическим фактором климата. Атмосферное давление с высотой падает, солнечная радиация и эффективное излучение возрастают, температура и амплитуда ее суточного хода, как правило, убывают, влажность воздуха также убывает, а ветер достаточно сложно меняется по скорости и направлению. В горах наблюдаются характерные изменения облачности и осадков. В результате в горах создается высотная климатическая зональность.

Следует отметить, что изменения климатических условий с высотой происходят намного быстрее, чем их изменения с широтой в горизонтальном направлении.

Распределение суши и моря - очень эффективный фактор климата. Именно с ним связано деление типов климата на морской климат и континентальный.

Орография (формы рельефа) поверхности суши. На климатические условия в горах влияет не только высота местности над уровнем моря, но и формы рельефа, а также высота и направление горных хребтов, экспозиция склонов относительно стран света и преобладающих ветров, ширина долин и крутизна склонов и другие.

Океанические течения создают особенно резкие различия в температурном режиме поверхности моря и тем самым влияют на распределение температуры и влажности воздуха, а также на атмосферную циркуляцию.

Растительный, снежный и ледяной покров. Достаточно густой травяной покров уменьшает суточную амплитуду температуры почвы и снижает ее среднюю температуру. Следовательно, он уменьшает и суточную амплитуду температуры воздуха. Более значительное, своеобразное и сложное влияние на климат имеет лес. Необходимо отметить, что влияние растительного покрова имеет в основном микроклиматическое значение. Снежный и ледяной покров уменьшают потерю тепла почвой и амплитуду колебания ее температуры. Но сама поверхность снежного и ледяного покрова сильно отражает солнечную радиацию днем и сильно охлаждается излучением ночью.

Циркуляционные факторы. Они обуславливают формирование в средней и верхней тропосфере системы крупномасштабных течений, которые принято называть *общей циркуляцией атмосферы (ОЦА)*. Основным компонентом этой циркуляции являются *планетарные высотные фронтальные зоны и климатологические фронты*. Климатологические фронты разделяют основные воздушные массы.

Основными причинами ОЦА являются следующие факторы:

- неодинаковый нагрев земной поверхности и воздуха в полярных и экваториальных широтах;
- распределение материков и океанов;
- океанические течения;
- отклоняющая сила вращения Земли вокруг собственной оси (сила Кориолиса);
- орография в виде мощных горных массивов.

3. Исторические сведения об изменении климата

Климат Земли изменяется как естественным образом, так и под влиянием антропогенных факторов. Каждая составляющая климатической системы изменяется в пределах различной временной шкалы.

Атмосфера, как наиболее динамичная среда, к тому же обладающая наименьшей по сравнению с другими геосферами теплоёмкостью, является малоинерционной системой.

Верхние слои океанов реагирует на изменения климатических факторов в течение нескольких лет, в то время как изменения в глубинах океана могут проявиться через многие столетия.

Криосфера (снег и лед) еще более инертна: изменения в толще ледяного покрова происходят на протяжении столетий.

Геосфера - поверхность Земли меняется медленнее всего, т. к. возникновение гор и дрейф континентов, которые влияют на характер ветров и океанические течения, происходит в течение миллионов лет.

Знание о естественном изменении климата в прошлом позволяет глубже понять процессы изменения климата, вызванного человеческой деятельностью. Исследование климата прошлых времен, чем занимается наука, так называемая *палеоклиматология*, дает нам «чувство масштабности» будущих изменений.

Систематические данные о глобальной температуре доступны лишь с 1860 года. Они включают данные, полученные на основе измерений температуры воздуха на поверхности суши, и данные, полученные на основе измерений температуры морской поверхности.

Такие данные необходимо тщательно проверять на предмет систематических ошибок, которые могут появиться вследствие изменения методов или мест наблюдений. Например, многие метеорологические станции расположены в городах или поблизости от них. По мере того как город растет, он может оказывать значительное тепловое воздействие на местный климат. Такое воздействие должно приниматься и в настоящее время принимается в расчет при оценке нынешних изменений глобальной температуры.

Исследования более ранних климатических условий основаны на косвенных доказательствах. Изменение уровня озер может, например, показать разницу между количеством осадков и объемом испарения воды за прошлые годы. Годовые кольца деревьев, ледяные шапки или океанические отложения могут также содержать информацию о прошлом. Использование определенной комбинации данных, полученной на основе измерений, моделей и других материалов, позволяет расшифровывать результаты в виде количественных характеристик климата. Например, с целью определения температуры в Антарктиде около 100 000 лет назад можно использовать связь химического состава образцов керн льда с термическими условиями этого времени.

Реконструкция климатов прошлого, основанная на целом ряде разнообразных физико-химических методов, показала, что в течение мелового периода (135 - 65 млн. лет назад) планетарная температура была на 6-7°C выше современной. В палеогене (65 - 22.5 млн. лет назад) и неогене (22.5 - 1.2 млн. лет назад) она

неуклонно снижалась. В начале плейстоцена (около 700 тыс. лет назад) произошло сильное похолодание, сопровождавшееся понижением средних годовых температур на 10-15°C в высоких широтах. Это привело к образованию вначале мощного снежного, а затем ледяного покрова.

С большой степенью достоверности можно утверждать, что ледниковый период был вызван медленными «колебаниями» оси планеты и ее орбиты вокруг Солнца. Эти колебания повлияли на общее количество энергии, которое планета получала от Солнца. В течение ледникового периода глобальная температура упала на 5°C, и ледниковые покровы продвинулись глубоко на территорию Европы и Северной Америки. Следует отметить, что ледниковый период был разделен более теплыми периодами «межледниковья».

Изменение концентраций парниковых газов, вероятно, содействовало увеличению продолжительности циклов ледникового периода. Незначительные изменения получаемой от Солнца энергии, вызванные колебаниями орбиты Земли, недостаточны для того, чтобы вызвать столь масштабные температурные изменения на протяжении всех циклов ледникового периода. Образцы кернов льда показывают, что уровень парниковых газов также сильно изменялся и, возможно, мог играть важную роль в увеличении амплитуды температурных колебаний.

Воссоздание климатических условий в прошлом может служить в качестве проверочного критерия для прогнозов, составленных на основе климатических моделей. Сравнение «предсказания» на основе моделирования климата ледникового периода с палеоклиматологическими данными позволяет в значительной степени проверить воссоздаваемые конкретной моделью процессы, которые относятся к будущим климатическим изменениям. Однако, палеоклиматические доказательства могут быть неоднозначными: некоторые источники предполагают, что по сравнению с сегодняшним днем тропические моря «на пике» последнего ледникового периода были холоднее примерно на 5 °C, другие же говорят лишь о разнице в 1-2 °C. В таких случаях вычлениить ошибки, присущие моделям, из неопределенностей - дело весьма сложное.

С тех пор как 10 000 лет назад закончился последний ледниковый период, климат остается в высшей степени устойчивым.

По утверждению многих исследователей, со времени рассвета человеческой цивилизации глобальная температура изменилась меньше, чем на 1 °C. На фоне экстремальных и зачастую быстрых климатических колебаний, имевших место на протяжении последних 100000 лет, наш климат можно назвать сравнительно спокойным, характерным для периода «межледниковья».

Согласно прогнозам, составленным на основе моделей, ожидается, что к концу XXI века климат может стать теплее по сравнению с климатом, который был во время любого периода «межледниковья». В промежутке между двумя периодами «межледниковья», около 125 000 лет назад, на территории большей части Европы и Азии было теплее на 2°C, нежели в наше время. Согласно прогнозам, составленным на основе моделей, ожидается, что в течение XXI века на обширных территориях этого региона температура может подняться намного выше этого значения, если прогнозируемый характер выбросов парниковых газов останется прежним.

Внезапные климатические изменения в далеком прошлом, вероятно, оказали травмирующее воздействие на жизнь на Земле. Биологическая история Земли характеризуется так называемыми «событиями, вызвавшими массовое вымирание видов», во время которых погибла большая часть видов, населявших в ту пору Землю. Существует множество возможных причин массового вымирания видов, однако, факты свидетельствуют о том, что некоторые из этих событий совпали со сравнительно внезапными изменениями климата, схожими по масштабам изменений с теми, которые сегодня прогнозируются на XXI век. В последующие 100 лет мы, возможно, явемся свидетелями климатических изменений, которые были неведомы нашей планете до начала ледникового периода.

4. Определяющие факторы изменения климата

В настоящее время существует ряд теорий, объясняющих причины происходящих климатических изменений на основе климатических факторов, рассмотренных выше.

На протяжении геологической истории Земли вместе со всей земной природой менялись состав атмосферы, ее масса, изменялись очертания материков, конфигурация и высота горных систем,

площадь суши и океана. Происходили изменения светимости Солнца, колебания эксцентриситета земной орбиты и наклона оси вращения Земли к плоскости эклиптики, а также замедление скорости вращения Земли. Следовательно, неизбежно происходили изменения теплооборота, влагооборота и атмосферной циркуляции, а также географических факторов климата. Это и служило причиной его многократных изменений.

Временные масштабы возможных причин климатических изменений необычайно широки.

Вариации орбитальных параметров, таких как эксцентриситет орбиты Земли, прецессия и изменения наклона оси вращения Земли к плоскости орбиты составляют соответственно 100 000, 23 000 и 41 000 лет.

Временные масштабы движений земной коры равны 10^5 - 10^9 лет. Образование стратосферного аэрозоля вследствие вулканических извержений может приводить к климатическим изменениям в самых широких пределах - от 10^0 до 10^8 лет.

С другой стороны внутренняя изменчивость климатической системы определяется различными механизмами прямых и обратных связей между составляющими системами: атмосферой, океаном, криосферой, поверхностью суши и биосферой, которые могут действовать во временных масштабах от 10^0 до 10^9 лет. Например, масштаб взаимодействия атмосферы и океана составляет от 10^0 до 10^2 лет.

Таким образом, изложенное выше свидетельствует о том, что изменения климата могут происходить в любых геологических эпохах.

Сценарии (модели) изменения климата в глобальном масштабе

До сих пор не существует методов надежного прогноза изменения климата в целом. Все предлагаемые оценки представляют собой всего лишь более или менее правдоподобные варианты реакции климатической системы на увеличение парникового эффекта. Эти гипотетические состояния будущего климата принято называть «климатическими сценариями».

Методы составления климатических сценариев можно разделить на три группы:

- искусственные;
- аналоговые;
- модели общей циркуляции атмосферы.

В искусственных сценариях все климатические элементы в узлах сетки или на станциях изменяются на какую-либо одну произвольную, но правдоподобную величину. С помощью таких сценариев можно оценить чувствительность объектов воздействия: экологических и народнохозяйственных систем, урожайности сельскохозяйственных культур и других, - к пороговым и переносимым изменениям климата.

Аналоговые сценарии строятся на основе имевших место и зарегистрированных климатических режимов, т.е. на палеоклиматических, исторических или инструментальных данных. Таковы сценарии М.И.Будыко и его коллег, основанные на палеоклиматическом анализе. Их недостаток заключается в том, что увеличение CO_2 в далеком прошлом имело естественное, а не антропогенное происхождение.

Оценки изменения климата в связи с антропогенными воздействиями чаще всего в настоящее время выполняются по *моделям общей циркуляции* на основе принципов аналогичности и эмпирико-статистических методов. Наиболее надежным инструментом для моделирования физических процессов, определяющих глобальный климат, является трехмерные численные модели общей циркуляции атмосферы.

Развитие в последнее время совмещенных климатических моделей «*атмосфера - океан*» позволяет более широко использовать их для оценки будущего климата. Такие модели включают широкий спектр физических процессов, характеризующих климатическую систему Земли, математическое описание взаимодействия атмосферы, океана и земной поверхности и позволяют оценить влияние увеличения концентрации парниковых газов в атмосфере.

Так, учет влияния облачности и аэрозолей, усовершенствование модели цикла углерода приводят к более низким прогностическим значениям температуры. Например, если по данным МГЭИК, опубликованным в 1990 году, диапазон предполагаемого изменения средней годовой глобальной температуры составлял 1,0 - 4,5 °С, то в отчетах МГЭИК за 1995 год диапазон уменьшился и составляет 1,0-3,5 С.

МГЭИК разработала ряд сценариев будущих выбросов парниковых газов и аэрозолей, исходя из предположений относительно роста населения и экономики, землепользования, технологических изменений, наличия энергии и топлива на период 1990 - 2100 годов. Согласно этим сценариям предполагается, что к 2100 году выбросы двуоксида углерода будут иметь диапазон от 6 Гт/год, что приблизительно равно нынешним выбросам, до 36 Гт/год. При этом нижняя цифра диапазона МГЭИК предполагает низкие темпы роста населения и экономики к 2100 году.

Предполагается, что выбросы метана будут иметь диапазон от 540 до 1170 Гт / год. Необходимо отметить, что в 1990 году выбросы метана составляли около 500 Гт/год. Выбросы закиси азота предполагается в диапазоне 14-19 Гт/год, в 1990 году выбросы закиси азота составляли около 13 Гт/год. Во всех случаях атмосферные концентрации парниковых газов и суммарное радиационное воздействие продолжает расти на протяжении всего периода моделирования от 1990 до 2100 года. Повышение глобальной средней приземной температуры в 2100 году прогнозируется примерно на 2 °С по сравнению с 1990 годом.

В случае объединения *сценария наименьших выбросов* МГЭИК с «низким» значением чувствительности климата и при учете воздействий будущих изменений в концентрациях аэрозолей прогнозируемое увеличение температуры к 2100 году составляет примерно 1 °С.

Соответствующий прогноз при *сценарии наибольших выбросов* МГЭИК наряду с «высоким» значением чувствительности климата дает потепление примерно на 3,5 °С.

Следует отметить, что во всех сценариях средние темпы потепления будут, вероятно, больше, чем любые наблюдавшиеся. Изменения региональной температуры воздуха могут значительно отличаться от изменений глобальной средней температуры. Вследствие тепловой инерции океанов лишь 50-90% конечного изменения температуры в условиях равновесия реализуется к 2100 году, и температура будет продолжать возрастать и после 2100 года, даже если концентрации парниковых газов стабилизируются к этому времени.

Кроме изложенных выше сценариев МГЭИК существуют другие модели изменения глобального климата, основанные на общей циркуляции атмосферы (МОЦ).

Таким образом, несмотря на значительные неопределенности, климатические модели довольно успешно применяются для описания будущего глобального климата и климата отдельных регионов.

Интерпретация климатических сценариев для территории Узбекистана

При использовании результатов глобальных моделей для оценки региональных климатических изменений необходимо учитывать присущие им географические особенности, связанные с рельефом местности, водными объектами, характером подстилающей поверхности и другие.

Поскольку климатическим сценариям, особенно региональным, соответствует большая неопределенность, целесообразно для оценки уязвимости использовать несколько сценариев изменения климата.

Для оценки уязвимости отдельных элементов климатической системы к возможным изменениям регионального климата и выработки стратегии адаптации учеными НИГМИ Узгидромета разработан ряд сценариев изменения климата Узбекистана и прилегающей горной территории. Они построены с учетом сценариев эмиссии парниковых газов на основе следующих моделей:

- СССМ - модель Канадского Климатического Центра;
- УКМО -модель Метеорологического бюро Соединённого Королевства Великобритании;
- GFDL- модель Лаборатории геофизической динамики жидкостей США;
- GISS-модель института Годдарда по космическим исследованиям США.

Исходной информацией послужили данные инструментальных наблюдений за температурой воздуха и осадками по 40 станциям, имеющим длинный ряд наблюдений, и которые являются опорными для Узбекистана и прилегающей горной территории, включающей зону формирования стока рек Средней Азии. Инструментальные наблюдения на большинстве из них начаты с конца 1920-х годов. Для оценки температурного режима региона в начале века по возможности использованы объективно восстановленные ряды

'данных. Методика восстановления основана на множественной линейной регрессии с использованием в качестве предикторов синхронных данных.

В данных по осадкам с применением такой методики удалось восстановить лишь отдельные пропуски. Восстановить ряды сумм осадков в начале века оказалось невозможно из-за низких пространственно-временных корреляционных связей.

Первый из вариантов представляет собой составной сценарий, полученный комбинированием выходных результатов моделей общей циркуляции атмосферы (МОЦ) и исторических аналогов. Оценки возможных изменений регионального климата в этом случае даны к дате удвоения эквивалента CO_2 в предположении реализации регионального сценария эмиссии парниковых газов.

Во втором варианте оценки возможных изменений климата Узбекистана получены с применением вероятностно-статистического подхода для шести вариантов эмиссий парниковых газов МГЭИК. Для оценки возможных изменений регионального климата, как отклика на происходящее глобальное потепление, были использованы установленные статистические зависимости между наблюдаемым климатом в местном и глобальном масштабах. В качестве прогнозов будущего глобального климата взяты модельные оценки изменения глобальной температуры для различных сценариев выбросов, разработанных МГЭИК.

Составной аналоговый сценарий сконструирован на основе выходных результатов МОЦ и исторических аналогов. Среди рассмотренных расчетов авторы остановились на результатах, приведенных в отчетах МГЭИК, дающих в целом для Средней Азии повышение средней зимней и годовой температуры ($\Delta T_{\text{моц}}$) на $4\text{-}5^\circ\text{C}$, а летней - на 2°C по сравнению с доиндустриальным периодом.

Из результатов расчетов МОЦ было получено пространственное распределение приращения средней годовой температуры воздуха от доиндустриального периода до 2030-2050 годов, соответствующего удвоению эквивалента CO_2 , как с учетом влияния сульфатных аэрозолей, так и без него. Были также использованы результаты МОЦ об изменении средних сезонных температур за период с 1880-1889 по 2040-2050 годы с учетом влияния сульфатных аэрозолей.

Несмотря на почти вековую разницу в стартовых датах, результаты этих двух моделей вполне сопоставимы. Кроме того, привлекались карты изменений средних сезонных и годовых температур к моменту удвоения CO_2 , полученные в 80-е годы XX века. По результатам модельных расчетов с учетом сульфатов вся территория Средней Азии и Южного Казахстана входит в зону, где диапазон повышения годовых температур за 1880-2050 годы составляет $1\text{-}2^\circ\text{C}$. Для сезонных значений увеличение температур с 1980 года по аналогичным расчетам составляет $0\text{-}1^\circ\text{C}$ для лета и $1\text{-}2^\circ\text{C}$ - для зимы.

Ввиду того, что на значительной территории Узбекистана в течение XX века произошло потепление, сравнимое по величине с результатами этих МОЦ, которое, по видимому, будет продолжаться и в будущем, следует остановиться на модельных расчетах, предполагающих более ощутимое потепление. Изменения температуры, рассчитанные без учета влияния сульфатных аэрозолей, составляют в Средней Азии $3\text{-}4^\circ\text{C}$ для средних годовых значений температур, $4\text{-}5^\circ\text{C}$ - для зимних, $1\text{-}2^\circ\text{C}$ - для летних температур.

С помощью исторического аналога эти фоновые значения были приведены в соответствие с реальной климатической неоднородностью территории Узбекистана.

Аналогом процесса потепления в XX веке было избрано десятилетие с 1981 по 1990 годы, когда Средняя Азия находилась в зоне крупномасштабной, средней широтной, положительной аномалии температуры. Исключение составили небольшие районы в горной местности. В качестве вспомогательной информации использовалось десятилетие с 1941 по 1950 годы.

Мерой потепления служило отклонение средней за десять лет температуры ΔT от ее среднего значения за период наблюдений 1930-1990 годы (таблица 16.1) в каждом из десяти климатических районов Узбекистана.

Разности температуры воздуха (ΔT , °C) за 10 лет (1981-1990 гг.) и её многолетними значениями (1930-1990 гг.)

Станция	Зима	Лето	Год
Чимбай	2,2	1,3	1,1
Ургенч	1,8	0,5	0,7
Тамды	1,2	0,8	0,5
Ташкент	1,4	0,4	0,6
Джизак	1,1	-0,2	0,2
Самарканд	1,0	0,8	0,8
Шахрисабз	0,7	0,7	0,6
Шерабад	0,7	-0,3	0,3
Термез	0,6	0,1	0,3
Пскем	0,5	0,3	-0,1
Фергана	1,3	0,6	0,8

Источник: В.Е. Чуб "Изменение климата и его влияние на природно-ресурсный потенциал Республики Узбекистан "

Наибольшее потепление в аналоговых десятилетиях приходилось на северо-западные районы -Устюрт, низовья Амударьи и Приаралья, а также на север Ташкентско-Голодностепского района. Максимальное значение изменения по территории принималось за единицу. На эту величину нормировалось потепление в остальных районах. Так, если зимой максимальное потепление ΔT , равное 2,2 °C, произошло в Чимбае, а в Карши ΔT равно 1,1 °C, то в нормированном виде ΔT в Карши составит 0,5. Эти нормированные изменения температуры авторами называются как «региональные коэффициенты» и они являются основой для конфигурации карты будущего потепления. Верхняя граница диапазона ($\Delta T_{\text{мон}}$) отождествлялась с потеплением северо-западных районов и с помощью региональных коэффициентов распределялась по территории Узбекистана. Из этого значения вычиталось уже реализовавшееся к 1990 году потепление.

Таким образом, результаты МОЦ приспособлялись к региональным условиям и определялась разность между полученными величинами и реальным, уже произошедшим изменением температуры. Эта величина ΔT является добавком к базовой норме 1961-1990 годов. Фоновое изменение температуры весны и осени, для которых не имелось расчетов по МОЦ, были оценены, исходя из статистических зависимостей сезонных температур северо-западной части Узбекистана от глобальной годовой температуры. Осенние изменения температуры оказались, в целом, близки к её летним изменениям ($\Delta T = 1,9$ °C), а весеннее потепление на значительной территории ниже летнего ($\Delta T = 0,9$ °C). Приращения к температуре базового периода отдельных станций

оказались максимальными ($\Delta T = 3,0$ C) зимой для северо-западной и северной частей Узбекистана. Годовые температуры имеют несколько меньший прирост. Летом и осенью на равнинах преобладают значения 1,0-1,5 °C. Весенние температуры возрастают не столь интенсивно, в пределах 1,0 °C. При осреднении по климатическим районам эти величины несколько снижаются. Имеются также результаты интерпретации сценариев изменения глобального климата таких, как CCCM, UKMO, GFDL, GISS для условий Узбекистана и сопредельных территорий с 2000 по 2030 год, разработанные учеными НИГМИ Узгидромета (таблица 16.2).

Значения изменений температуры воздуха и атмосферных осадков согласно моделям изменения глобального климата

№ п/п	Модели	t,°C	X, %
1	CCCM	+6,5	-11
2	UKMO	+5,2	+6
3	GFDL	+3,4	+14
4	GISS	+4,7	+13

Источник: Первое Национальное Сообщение Республики Узбекистан по изменению климата

Как видно из этой таблицы, наибольшую аридизацию климатических условий зоны формирования стока дает модель CCCM (среднегодовое повышение температуры на 6,5 °C, уменьшение годовых осадков на 11 %). Неблагоприятная ситуация может сложиться также, если изменение климата будет развиваться по модели UKMO. Согласно этой модели температура воздуха может повыситься на 5,2 °C, а годовые атмосферные осадки увеличатся на 6 %. Согласно сценариям GFDL и GISS среднегодовая температура в зоне формирования стока повысится на 3 - 4 °C, а среднегодовые осадки увеличатся на 10 - 15 %.

Вопросы:

1. Что изучает наука «физика атмосферы»?
2. Дайте характеристику термину «погода»
3. Объясните, что такое «глобальная климатическая система»
4. Перечислите климатообразующие факторы
5. Какие сценарии изменения климата Вы знаете?
6. Какие сценарии изменения климата больше всего подходят для территории Узбекистан?

Лекция 17. Испарение и определение испарения с водной поверхности

План:

1. Испарение как элемент водного баланса
2. Характеристика процесса испарения с водной поверхности
3. Испарение с поверхности почвы и транспирация растений
4. Испарение с поверхности снега и льда
5. Методы определения величины испарения

1. Испарение как элемент водного баланса.

При исследованиях и расчетах водного баланса различных водных объектов и отдельных территорий важное значение приобретает методика изучения и расчета испарения, так как испарение является весьма существенным, а иногда и главнейшим элементом баланса.

Вся вода, поступающая в океан и моря, а также в другие бессточные водоемы, целиком расходуется на испарение. Испарение с водной поверхности является существенной статьёй расхода в водном балансе водохранилищ. В более южных районах расходы воды на испарение с поверхности озер и водохранилищ в ряде случаев оказываются значительно большими, чем полезный водозабор.

В водном балансе сельскохозяйственных полей и речных водосборов в целом испарение с почвы и испарение растениями в процессе их роста также составляет значительную долю

2. Характеристика процесса испарения с водной поверхности.

Процесс испарения состоит в том, что вода из жидкого или твердого состояния превращается в пар. Молекулы воды, находясь в непрерывном движении, преодолевают силу взаимного молекулярного притяжения и вылетают в воздух, находящийся над

поверхностью воды. Чем выше температура воды, тем больше скорость движения молекул и тем, следовательно, большее количество молекул воды отрывается от ее поверхности и переходит в атмосферу – испаряется. Поэтому интенсивность испарения зависит, прежде всего, от температуры испаряющей поверхности. Кроме того, часть молекул, оторвавшихся от поверхности воды и находящихся в воздухе, в процессе своего движения может снова попасть в воду.

Фактически наблюдаемое испарение представляет собой разность между количеством молекул, вылетающих с испаряющей поверхности, и количеством молекул, обратно на нее падающих. Если количество молекул, переходящих из воздуха в жидкость, окажется больше, чем количество молекул, вылетающих из жидкости в воздух, происходит процесс *конденсации*.

Как всякий газ, водяной пар обладает известной упругостью. С увеличением содержания в воздухе водяного пара упругость его возрастает и, наконец, достигает некоторого значения, при котором пар насыщает пространство. Упругость водяного пара, насыщающего пространство, зависит от его температуры, с повышением которой она быстро возрастает.

Испарение зависит от разности между упругостью водяного пара, насыщающего пространство при температуре испаряющей поверхности, и упругостью водяного пара, фактически находящегося в воздухе. При полном насыщении водяным паром расположенного над испаряющей поверхностью воздуха установится подвижное равновесие между числом молекул воды, переходящих в воздух и из воздуха на испаряющую поверхность, т.е. в этих условиях испарение прекратится.

Таким образом, основными факторами, определяющими испарение с водной поверхности в естественных условиях, является разность упругость водяного пара и интенсивность турбулентного перемешивания, характеризуемая величиной коэффициента обмена. В эмпирических формулах, служащих для расчета испарения в естественных условиях, в качестве характеристики степени турбулентного перемешивания принимается скорость ветра.

Водяной пар вместе с массами воздуха переносится как в вертикальном, так и в горизонтальном направлении. В воздухе может быть большее или меньшее количество водяного пара, или, как говорят, воздух может иметь различную влажность. Количество водяного пара (в граммах), содержащегося в одном кубическом метре воздуха, называется *абсолютной влажностью*.

Весьма часто абсолютную влажность воздуха определяют упругость водяного пара (в миллибарах или в миллиметрах ртутного столба), находящегося в данный момент в воздухе. При данной температуре упругость водяного пара не может превышать некоторого максимального значения, после чего начинается его конденсация.

Степень насыщенности воздуха водяным паром может быть охарактеризована дефицитом влажности. *Дефицит влажности* – это разность между количеством водяного пара, насыщающим воздух при данной температуре, и количеством водяного пара, фактически находящимся в воздухе.

3. Испарение с поверхности почвы и транспирация растений.

Испарение с поверхности почвы и растительным покровом протекает значительно сложнее. Величина испарения с поверхности почвы определяется не только разностью упругостью водяного пара и коэффициентом обмена, но и количеством влаги, находящейся в почве, и особенностями строения почвы. Еще более сложным является физиологическое испарение растительности, связанное с процессами ее жизнедеятельности, или так называемая *транспирация*.

Процесс транспирация состоит в том, что каждое растение забирает своей корневой системой из почвы воду с растворенными в ней питательными веществами, а затем вода, попавшая в корневую систему, движется дальше и, достигая поверхности листьев, испаряется. Отношение количества воды, испаряемой растением за какой-либо период, в граммах к количеству граммов прироста сухого вещества за тот же период называют *транспирационным коэффициентом*.

Испарение с поверхности почвы и транспирация при достаточном (оптимальном) увлажнении почвы целиком определяется метеорологическими условиями и в первую очередь суточным ходом интенсивности солнечного сияния и суточным ходом ветра. С увеличением продолжительности солнечного сияния испарение возрастает как с водной

поверхности, так и с луга.

Большая зависимость транспирации от солнечной радиации определяет и четко выражает ее суточный ход. Правильный суточный ход транспирации и испарения с почвы наблюдается только в дни с безоблачной погодой или со сплошной облачностью, когда имеет место правильный ход метеорологических элементов. Испарение с почвы зависит от глубины залегания грунтовых вод. Транспирация лесной растительностью зависит от возраста и породы деревьев

4. Испарение с поверхности снега и льда.

В том случае, когда упругость пара в воздухе над снегом или льдом меньше, чем упругость пара, насыщающего пространство при температуре испаряющей поверхности, испарение происходит также с поверхности снега и льда. Испарение с поверхности снега и льда или переход воды из твердого состояния в газообразное, называют *возгонкой*, а конденсацию на поверхности снега и льда – *сублимацией*.

Направление переноса водяного пара (испарение или конденсация) определяется знаком разности между упругостью водяного пара, устанавливаемой по температуре поверхности снега, и абсолютной влажностью воздуха. В период снеготаяния температура поверхности снега равна нулю, следовательно, максимальная упругость водяного пара по температуре поверхности снега остается неизменной. В этих условиях знак разности определяется абсолютной влажностью воздуха, которая в свою очередь может оценена через температуру и относительную влажность воздуха.

6. Методы определения величины испарения.

Для определения величины испарения могут быть использованы следующие методы: *а) испарителей, б) водного баланса, в) турбулентной диффузии, г) теплового баланса.*

Метод испарителей является относительно менее сложным и поэтому имеет наибольшее распространение на сети гидрометеорологических станции. Наблюдения над испарением с водной поверхности с помощью испарителей организуются или для изучения испарения в различных физико – географических условиях или для получения величин испарения с какого – либо конкретного водного объекта. В первом случае наблюдения над испарением производятся на наземных испарительных площадках, во втором – на плавучих испарительных установках. По принятой классификации испарительные площадки делятся на I, II и III разряды, различающиеся между собой как по задачам, так и по составу проводящихся на них наблюдений.

На *испарительных площадках I разряда* проводится изучение процесса испарения, разработка методов наблюдений и испытание приборов для изучения процессов испарения. На них устанавливаются испарительные бассейны площадью 100 и 20 м².

Испарительные площадки II разряда устраиваются для получения величин испарения с водной поверхности в типичных физико-географических районах. Основными установками на площадке II разряда являются: испарительный бассейн (площадью 20 м²), испаритель ГГИ-300 (площадью поверхности 3000 см²) с наземным дождемером (площадью 3000 см²).

Испарительные площадки III разряда являются вспомогательными и имеют своей задачей освещение условий испарения в отдельных частях района расположения испарительной площадки II разряда.

Определение испарения с использованием *метода водного баланса* сводится к нахождению величины испарения по разности между приходными и расходными членами уравнение водного баланса. Определения испарения с водной поверхности *E_в* *методом водного баланса* используется следующим образом: для какого-либо водоема учитывается поверхностный приток (*y₁*) и сток (*y₂*), осадки на поверхность зеркала водоема (*x*), расход воды на фильтрацию в ложе водоема (ω_1) или, наоборот, приток подземных вод (ω_2), а также изменение уровня воды в водоеме за рассматриваемый интервал времени ($\pm \Delta H$). Сопоставляя приходную и расходную части водного баланса, можно по разности между ними оценить величину испарения по следующим формулам:

$$E_{в} = x + y_1 + \omega_1 - y_2 \pm \Delta H$$

При определении испарения почвы методом водного баланса необходима осуществление учета изменения запасов влаги в почве, осадков, поверхностного стока и влагообмена рассматриваемого слоя почвы с нижележащими слоями. В этом случае уравнение баланса примет вид

$$E_{\omega} = (\omega_1^{(z)} - \omega_2^{(z)}) + x - y - s$$

здесь E_{ω} – суммарное испарение за рассматриваемый период, $\omega_1^{(z)}$ и $\omega_2^{(z)}$ – влагосодержание слоя почвы мощностью z соответственно в начале и конце периода, x – сумма осадков, y – поверхностный сток, s – влагообмен с нижележащими слоями почвы за тот период.

Для расчета испарения с водной поверхности применяются эмпирические формулы. Одной из таких эмпирических формул является предложенным Б.Д.Зайковым, имеющая вид.

$$E = 0,14 \cdot n (1 + 0,72 v_{200}) \cdot (e_0 - e_{200}) \text{ мм / месяц}$$

где n – число дней в месяце, v_{200} – скорость ветра на высоте 200 см, e_0 – максимальная упругость пара, e_{200} – абсолютная влажность воздуха на высоте 200 см.

Метод турбулентной диффузии основан на определении вертикального потока водяного пара в приземном слое атмосферы путем измерения градиентов метеорологических элементов в этом слое.

Расчетная формула этого метода имеет вид

$$E_d = \alpha \cdot K_1 \cdot \Delta e \text{ мм/час.}$$

Здесь E_d – интенсивность испарения, или поток водяного пара; Δe – разность между значениями абсолютной влажности на двух уровнях Z_1 и Z_2 ; K_1 – коэффициент турбулентного обмена на высоте 1 м; α – коэффициент, зависящий от высот Z_1 и Z_2 и от размерностей Δe и K_1 .

Для определения величины коэффициента обмена требуется найти разности скорости ветра Δv и температуры воздуха Δt на двух уровнях. Таким образом, для использования метода турбулентной диффузии необходимо измерить как минимум 5 величин: Δv , Δt , Δe , Z_1 , Z_2 . Существенным недостатком этого метода является весьма большая трудоемкость как самих наблюдений, так и их обработки.

Метод теплового баланса основан на уравнении теплового баланса деятельной поверхности. Расчетная формула для определения испарения этим методом имеет следующий вид:

$$E_T = \frac{R - B}{\Delta t} \text{ мм / час}$$

здесь R – радиационный баланс в $\text{ккал/см}^2 \text{ мин}$, равный поглощенной радиации минус эффективное излучение почв; B – тепловой поток в почву в $\text{ккал/см}^2 \text{ мин}$; Δe – разность абсолютной влажности воздуха на двух высотах в миллибарах; Δt – разность температуры воздуха на тех же высотах.

В отличие от диффузионного метода, здесь не надо учитывать коэффициент турбулентного перемешивания, а следовательно, и скорость ветра, однако нужны данные радиационного баланса и теплообмена в почве.

Вопросы:

1. Что такое дефицит влажности?
2. Что понимают под понятием «абсолютная влажность»?
3. От чего зависит испарение?
4. Объясните, что такое процесс транспирации.
5. Перечислите методы определения испарения.
6. В чем заключается суть метода теплового баланса?

Лекция 18. Распределение водных ресурсов по территории Средней Азии

План:

1. Распределение водных ресурсов по территории Средней Азии

1. Распределение водных ресурсов по территории Средней Азии

При знакомстве с гидрографической сетью Средней Азии в первую очередь поражает крайне неравномерное распределение водных объектов по ее поверхности, в том числе и речной сети. На обширных равнинах, занимающих около 70% общей территории Средней Азии (включая плато Устюрт), водотоков очень мало, буквально единицы, причем реки на всем своем пути от выхода из гор до устья не принимают ни одного притока. Выходя на равнины, где они являются как бы «пришлыми», реки теряют свои воды на испарение, орошение, фильтрацию и, постепенно иссякая, часто кончаются слепыми устьями.

В противоположность равнинным пространствам горы Средней Азии изрезаны сильно разветвленной речной сетью, насчитывающей более десятка тысяч водотоков.

Глубокоматериковое положение Средней Азии и незащищенность ее с севера обуславливают большую сухость и резкую континентальность климата: сухое, безоблачное и жаркое лето сменяется относительно влажной зимой, иногда с сильными морозами, в особенности на севере.

Неоднородность строения поверхности приводит к тому, что Средняя Азия является областью резких контрастов. Здесь причудливо сочетаются крайняя засушливость и обильное увлажнение, нередко снеговые поля отделены от знойных пустынь расстоянием, не превышающим 100 км.

Только благодаря наличию высоких горных цепей становится возможным появление в мощных пустынных пространствах мощных рек.

По геологическому строению и по устройству поверхности Средняя Азия делится на две неравные части: большую северо-западную и меньшую юго-восточную. В северо-западной части преобладают равнины (отметки которых большей частью не превышают 300 м, а у Каспийского моря даже ниже уровня океана), лишь кое-где прерванные невысокими горами и горными хребтами или повышенными плато. В юго-восточной части осредоточены мощные горные поднятия, многие из которых, являясь величайшими в мире, достигают 5 000 м; отдельные вершины превышают 6000 и 7000 м (пик Победы).

Весьма важной с гидрологической точки зрения особенностью климата равнин Средней Азии является крайне малое количество выпадающих осадков и характер распределения их в течение года. Достаточно сказать, что 20% территории равнин Средней Азии получает менее 100 мм осадков за год, а 91% - менее 300 мм при среднем количестве 173 мм.

Осадки в условиях равнинной части Средней Азии выпадают почти исключительно при вторжениях холодного воздуха.

Весной высокие температуры в тропическом воздухе циклонов, а также и при волновой деятельности обуславливают интенсивное таяние снега в горах. Кроме того, при этих синоптических процессах выпадают дожди, часто значительные. Талые и дождевые воды определяют начало прохождения половодья и больших паводков на реках. В некоторых случаях особенно интенсивные ливни могут вызвать сели в благоприятных для их образования районах.

Летом в Средней Азии наблюдается особый тип синоптического процесса – термическая депрессия. Этот тип характеризуется преимущественно ясной погодой и сопровождается значительным ростом температур воздуха в тропосфере до больших высот. Это вызывает интенсивное таяние снегов и ледников, вследствие чего на реках леднико-снегового и снегово-ледникового питания происходят основные волны половодья.

Основная гидрологическая функция равнинной области Средней Азии заключается в испарении огромных масс воды там, где они имеются. Ареной преимущественного распространения этого процесса являются предгорные равнины, куда в первую очередь попадает сток с гор. Эта часть равнинной территории является основным районом рассеивания стока в атмосферу.

Влияние рельефа на осадки сказывается и на распределении их в течение года. Оно выражается в том, что в горной области Средней Азии наблюдается более равномерное распределение осадков по месяцам, а во внутренних частях горных систем можно часто наблюдать даже преобладание летних осадков.

Областями с преобладанием летних осадков являются Центральный Тянь-Шань и Восточный Памир, где количество летних осадков может превышать 60% годового.

Вследствие наличия вертикального термического градиента наступление положительных температур воздуха и таяние снега и льда происходят не одновременно на всей площади водосбора реки, а постепенно передвигаются вверх.

Половодье сильно растянуто и обычно невысоко. Чем выше горы, тем позднее проходят половодья на реках, питающихся на горных склонах.

Для водотоков, берущих начало с самых нижних ярусов гор или низких гор (реки снегово-дождевого питания), в питании которых по сравнению с реками другого типа жидкие осадки принимают наибольшее участие, характерно прохождение в течение коротких отрезков времени огромных количеств воды, обычно насыщенных наносами. Это так называемые сели. Водотоки этого типа часто летом пересыхают в связи с истощением подземного питания.

Огромные массы воды, изъятые на орошение, инфильтруются в почво-грунты русел каналов и на полях, вызывая усиленное питание грунтовых вод. В свою очередь грунтовые воды выходят в руслах каналов, рек и на поверхность земли, питая поверхностные водотоки, а местами вызывая заболачивание.

На территории Средней Азии выделяют область образования стока, соответствующую (схематично) горным поднятиям, область рассеивания стока, соответствующую той части равнин, которая испаряет обратно в атмосферу сток с гор, и область равновесия стока, то есть область, лишенную поверхностного руслового стока.

Вопросы:

1. *Какие природные факторы обуславливают резкую континентальность климата и большую сухость?*
2. *Какой процент территории Средней Азии получает менее 100 мм осадков в год?*
3. *Расскажите о типе синоптического процесса – термическая депрессия.*
4. *Какие территории Средней Азии соответствуют области образования стока, области рассеивания стока и области равновесия стока?*

Лекция 20. Гидрография бассейна реки Амударьи

План:

1. *Общая характеристика бассейна*
2. *Гидрографическое описание реки Пяндж*
3. *Гидрографическое описание реки Вахи*
4. *Гидрографическое описание реки Амударья и ее притоков*
5. *Гидрографическое описание рек Кашкадарья и Зеравшан*

1. Общая характеристика бассейна

Бассейн Аму-Дарьи на востоке ограничен меридианом 75°, а на западе условно границу можно принять по меридиану 57° в. д. Наиболее южная точка бассейна лежит на широте почти 35°, наиболее северная — приблизительно на 44° с. ш. Таким образом, с севера на юг бассейн Аму-Дарьи протягивается на 1000 км, а с востока на запад почти на 1500 км. На севере бассейн Аму-Дарьи граничит с бассейном Сыр-Дарьи, на востоке — с бассейном р. Тарим и на юге с бассейнами рек Инд и Гильменд.

Границы бассейна четко определяются только в пределах горной области; в равнинной области водораздельная линия выражена неясно, поэтому общая площадь бассейна не может быть определена точно. Для створа, расположенного ниже устья его последнего притока р. Ширабад, площадь бассейна составляет 226 800 км². Водосборная (горная) часть бассейна, включая водосборы рек Зеравшан и Кашкадарья, занимает площадь 227 800 км², а без — 199 350 км².

В пределах горного рельефа границами бассейна являются на севере Алайский, Туркестанский и Нуратинский хребты, на юге хребет Гиндукуш и на востоке Сырыкольский хребет. Восточная часть бассейна, являющаяся областью питания (образования стока), представляет собой типичную горную страну с высокими вершинами (7 495 м, 7127 м).

Не случайно поэтому горная область бассейна Аму-Дарьи, несмотря на южное положение и высокорасположенную снеговую линию (3800—5250 м), характеризуется исключительно большим распространением вечных снегов и оледенения, в состав

которого входит более тысячи ледников, в том числе один из величайших долинных ледников земного шара — ледник Федченко длиной 77 км, а площадь оледенения (ледники и фирновые поля) приближается к 10 000 км².

Наиболее водоносная река Средней Азии Аму-Дарья, превосходящая по абсолютной водоносности р. Днепр у Лоцманской Каменки более чем в 1,2 раза и р. Дон у г. Калач в 3 раза, образуется слиянием рек Пяндж и Вахш. Прodelав в основном по пустынным пространствам путь 1440 км, река впадает в Аральское море.

Притоки Аму-Дарья принимает только на первых 180 км, на остальном протяжении река не только не принимает притоков, но, наоборот, разбирается на орошение, особенно интенсивно в нижнем течении, теряет воду на испарение и фильтрацию и постепенно сток ее уменьшается.

2. Гидрографическое описание реки Пяндж

Река Пяндж (L=921 км; F= 113 500 км²; H_{ср}= 4000 (с. Чубак); Q_{ср}= 1000 м³/сек; Q_{max}= 4000 м³/сек.; ρ= 1,5 кг/м³; M_R=480 т /км²·год).

Водосбор реки находится в наиболее возвышенном районе Средней Азии. Он охватывает почти всю территорию Памира. За исток реки Пяндж обычно принято считать слиянием рек Вахандарья и Памир. Но более правильно за исток реки считать начало реки Вахандарья, носящее в верхнем течении название Вахджир. Общая длина Вахджир-Вахандарья-Пянджа составляет 1137 км, а собственно Пянджа – 921 км. Ниже слияния рек Вахандарья и Памир Пяндж принимает справа ряд притоков, наиболее крупными из которых являются реки Гунт, Бартанг, Язгулем, Ванч и Кызылсу.

Река Бартанг впадает в Пяндж на 285 км от слияния рек Вахандарья и Памир, река Язгулем на 363 км, река Ванч – 377 км, река Кызылсу – 735 км. Слева в Пяндж впадает только один крупный приток – р. Кокча.

Использование водных ресурсов на орошение незначительное и сосредоточено в основном в бассейне реки Кызылсу.

Равнинная область реки Пяндж занимает всего 6.500 км² (5,7% от общей площади). Общее число ледников в водосборе реки исчисляется сотнями, что наряду с большим развитием снежников и вечных снегов обуславливает тип питания реки и ее главных притоков – ледниково-снеговое.

Водосбор реки Пяндж отделен от бассейнов реки Вахш, оз. Каракуль (на севере и востоке), - Дарвазским хребтом; хребтом Академии Наук; хребтами Музкол и Сарыкольским. Высоты их превышают 5000-5500 м. Отдельные пики выше 6000 м.

Притоки:

Памир – вытекает из озера Зоркуль, лежащем на высоте 4.125 м. Имеет приток реку Юлмазар. *Гунт* – L=313 км; F=15800 км²; H_{ср}=4420 м; Q_{ср}=109 км³/сек. - в верхнем течении несет название Аличур, берет начало на северном склоне Аличурского хребта многими истоками. Близ города Хорог в Гунт впадает значительный приток – Шахдара. Через 8 км от принятия притока река впадает в Пяндж. *Бартанг* - L=558 км; F=24020 км²; H_{ср}=4443 м; Q_{ср}=129 км³/сек. – наиболее крупный правый приток Пянджа. В верхнем течении течет под разными названиями (Оксу, Мургаб). Ниже устья реки Кудара река получает название Бартанг. *Язгулем* - L=71 км; F=1940 км²; H_{ср}=3850 м; Q_{ср}=37,7 км³/сек. – вытекает из ледника Вобзадар. В верхнем течении несет название Обимазар. Река течет по узкой долине. Течение бурное. *Ванч* - L=92 км; F=1810 км²; H_{ср}=3695 м; Q_{ср}=49,9 км³/сек. *Кызылсу* - L=262 км; F=8830 км²; Q_{ср}=75,9 км³/сек.

3. Гидрографическое описание реки Вахш

Река Вахш (L=524 км; F=39080 км²; H_{ср}=3433 м; Q_{ср}=660 км³/сек; M₀=19,4 т /км²·год) – Водосбор реки отличается большой водоносностью. Здесь расположены хребты Алайский, Зеравшанский, Заалайский, Академии Наук и Дарвазский). Река Вахш образуется слиянием рек Кызылсу и Муксу. После их слияния получает название Сурхоб, которое меняет на Вахш ниже впадения своего левого притока реки Обихингоу. Несмотря на высокое расположение снеговой линии вечные снега и оледенения получают очень широкое распространение. Эти и определяется характер питания реки – ледниково-снеговое. Наибольшие месячные расходы наблюдаются в июне, минимальные – январь-февраль. По удельной водности Вахш более чем в 2 раза превышает водосбор Пянджа (19,4 л/сек против 9,4 л/сек). В среднем река выносит из пределов горной области

бассейна 84 млн. т. взвешенных наносов, или почти 40% стока наносов Амударьи (г. Керки).

Притоки:

Муксу - $L=184$ км; $F=7002$ км²; $H_{cp}=4540$ м; $Q_{cp}=103$ км³/сек; Кызылсу - $L=262$ км; $F=8388$ км²; $H_{cp}=3540$ м; $Q_{cp}=67,2$ км³/сек; Обихингоу - $L=196$ км; $F=6630$ км²; $H_{cp}=3290$ м; $Q_{cp}=217$ км³/сек; Сарбог - $L=81$ км; $F=1800$ км²; $H_{cp}=3112$ м; $Q_{cp}=71,4$ км³/сек; Сангикар - $L=39$ км; $F=450$ км²; $H_{cp}=2953$ м; $Q_{cp}=13,2$ км³/сек.

4. Гидрографическое описание реки Амударья и ее притоков

Река Амударья ($L=1437$ км; $F=199\,350$ км²; $H_{cp}=3120$ м; $Q_{cp}=2020$ км³/сек (г. Керки)). – наиболее водоносная река Средней Азии. Образуется слиянием рек Вахш и Пяндж. Границы бассейна реки четко определяются только в пределах горной области, где ими являются: на севере – Алайский, Туркестанский хребты и хребет Нур-Ата, на юге – хр. Гиндикуш, на востоке – Сарыкольский хребет. Горная часть бассейна занимает 227300 км², а без водосборов рек Зеравшан и Кашкадарья – 199350 км². Отдельные хребты имеют высоту 6 000 и выше, отдельные достигают 7 000 м (ледник Федченко – 7495). Это определяет характер питания крупнейших рек бассейна, которые в большинстве случаев имеют ледниково-снеговое питание (Пяндж, Вахш, Кокча, Зеравшан, сама Амударья). К рекам снегово-ледникового и частично снегового питания относятся реки – Кызыл-су, Кундуздарья, Кафирниган, Сурхандарья и Кашкадарья.

Притоки Амударья принимает только на первых 180 км, на протяжении остальных 1257 км река не только не принимает притоков, но и наоборот, используется на орошение.

Притоки:

Кафирниган - $L=405$ км; $F=11\,500$ км²; $H_{cp}=2\,703$ м; $Q_{cp}=100$ км³/сек. – основное питание река получает на южном склоне Гиссарского хребта. Со склона данного хребта стекают сама река и ее наиболее крупные притоки – река Варзоб с Люч-Об и р. Ханака.

Южная ориентация Гиссарского хребта и его сравнительно незначительная высота обуславливают скромное развитие снегов, а тем более оледенения. По этим причинам река Кафирниган и ее крупные притоки относятся к рекам снегово-ледникового питания.

Кафирниган берет начало из ледников без названия на южном склоне Гиссарского хребта и в верхнем течении до впадения реки Обибарзанги носит название Обисахид.

Притоки:
Варзоб - $L=71$ км; $F=1740$ км²; $Q_{cp}=49,5$ км³/сек; Обибарзанги - $L=15$ км; $F=101$ км²; $Q_{cp}=8$ км³/сек; Ханака – $L=35$ км; $F=228$ км²; $Q_{cp}=11$ км³/сек; Сарбух - $L=20$ км; $F=116$ км²; $Q_{cp}=15,2$ км³/сек; Сурхоб - $L=17$ км; $F=28$ км²; $Q_{cp}=32,2$ км³/сек; Ильяк (Илак) - $L=97$ км; $F=829$ км²; $Q_{cp}=5,0$ км³/сек.

Река Сурхандарья - $L=196$ км; $F=13\,610$ км²; $Q_{cp}=120$ км³/сек – долина реки приурочена к широкой депрессии (≈ 30 км), ограниченной южными отрогами Гиссарского хребта и хребта Бабатаг. Река Сурхандарья образуется слиянием рек Туполанг и Каратаг. Составляющие Сурхандарьи в пределах равнинной области принимают ряд притоков. По выходе из гор все притоки разбираются на орошение веерообразной сетью каналов и до своих главных рек или совсем не доходят, или доносят воду только в периоды половодий и паводков, или же сбрасывают грунтовую воду, выклинивающуюся в нижнем течении.

Притоки:

Сангардак - $L=106$ км; $F=932$ км²; $H_{cp}=2286$ м; $Q_{cp}=15,1$ км³/сек; Ходжаипак - $L=91$ км; $F=794$ км²; $H_{cp}=1968$ м; $Q_{cp}=6,5$ км³/сек; Байсундарья - $L=82$ км; $F=489$ км²; $Q_{cp}=4,5$ км³/сек;

Река Шерабад - $L=116$ (186) км; $F=2950$ км²; $H_{cp}=1495$ м; $Q_{cp}=7,5$ км³/сек – водосбор реки отличается небольшой высотой. 55% площади водосбора располагается ниже 1500 м, а ниже 2 000 м – 81,3%. Но, учитывая обильное увлажнение атмосферными осадками водосбора Сурхандарьи и прилегающего к нему водосбора реки Шерабад, а также сравнительно большую площадь, не приходится удивляться, что при выходе из гор Шерабад имеет ток воды круглый год.

5. Гидрографическое описание рек Кашкадарья и Зеравшан

Река Кашкадарья - $L=310$ км; $F=8780$ км²; $H_{cp}=1823$ м; $Q_{cp}=5,48$ км³/сек – расположена между оконечностями Зеравшанского и Гиссарского хребтов. В верхнем

течении протекает по обширному плато. Долина реки узкая. Питание реки снегово-дождевое. Выйдя из гор в широкую долину река принимает ряд притоков.

Притоки:

Джиньдарья - $F=359 \text{ км}^2$; $H_{\text{ср}}=1573 \text{ м}$; $Q_{\text{ср}}=1,5 \text{ км}^3/\text{сек}$; Аксу - $F=845 \text{ км}^2$; $H_{\text{ср}}=2444 \text{ м}$; $Q_{\text{ср}}=12,3 \text{ км}^3/\text{сек}$; Танхаз - $F=417 \text{ км}^2$; $H_{\text{ср}}=2170 \text{ м}$; $Q_{\text{ср}}=4,3 \text{ км}^3/\text{сек}$; Яккабаг - $F=504 \text{ км}^2$; $H_{\text{ср}}=2102 \text{ м}$; $Q_{\text{ср}}=6,74 \text{ км}^3/\text{сек}$; Гузар - $F=3170 \text{ км}^2$; $H_{\text{ср}}=1532 \text{ м}$; $Q_{\text{ср}}=6 \text{ км}^3/\text{сек}$

Все эти притоки являются левобережными. Правобережные притоки Кашкадарьи, стекающие со склона невысокого хребта Каратепе носят селевой характер (Шурабсай, Макридсай, Аякчисай, Калкамасай). Также на реке Кашкадарья построено два водохранилища: Чимкурганское – 500 млн. м^3 , Пачкармакское – 280 млн. м^3 .

Река Зеравшан - $L=781 \text{ км}$; $F=10240 \text{ км}^2$; $H_{\text{ср}}=3201 \text{ м}$; $Q_{\text{ср}}=930 \text{ км}^3/\text{сек}$ – бассейн реки расположен между Туркестанским и Гиссарским хребтами и западными отрогами Туркестанского и Зеравшанского хребтов, разделяет два крупнейших бассейна Средней Азии – бассейны Амударьи и Сырдарьи. В далеком прошлом Зеравшан был притоком Амударьи, но с развитием орошения потерял с ней связь и, по существу, должен рассматриваться как самостоятельный речной бассейн. От слияния реки Мача и Фандарьи до устья реки Маргиан представляет собой незначительные речки, многие из которых не доходят до Зеравшана или совсем, или большую часть года. Многочисленные речки с хребтов Нуратау и Каратепе разбираются на орошение и редко доходят до Зеравшана. В формировании стока Зеравшана они по существу не участвуют. Наиболее крупные водотоки этого типа стекают со склонов хребта Нуратау (Карасу, Дарын, Акюбе). Выходя в широкую межгорную котловину река разбивается на орошение. В нижнем течении река имеет большое количество озер, за счет сброса ирригационных вод и за счет подземных вод. Вода в некоторых озерах имеется только в течение некоторого периода года, часть пересохла совсем. Общее число озер – 40. Наиболее крупные: Денгизкуль, Саманкуль, Кунджакуль, Ходжакаб и др. Питание реки Зеравшан – ледниково-снеговое.

Притоки:

Кштут - $F=843 \text{ км}^2$; $H_{\text{ср}}=2904 \text{ м}$; $Q_{\text{ср}}=7,26 \text{ км}^3/\text{сек}$; Магиан - $F=1100 \text{ км}^2$; $H_{\text{ср}}=2620 \text{ м}$; $Q_{\text{ср}}=8,6 \text{ км}^3/\text{сек}$

Вопросы:

1. *Опишите границы бассейна реки Амударья?*
2. *Дайте краткую гидрографическую характеристику составляющим реки Амударьи*
3. *Перечислите главные притоки реки Амударья*
4. *Сколько озер расположено в бассейне реки Зеравшан?*
5. *Какова длина и площадь бассейна реки Амударьи?*

Лекция 20. Гидрография бассейна реки Сырдарьи

План:

1. *Общая характеристика бассейна реки Сырдарьи*
2. *Гидрографическое описание реки Сырдарьи и ее притоков*

1. Общая характеристика бассейна реки Сырдарьи

Бассейн Сыр-Дарьи ограничен меридианами 61° и 78° восточной долготы и параллелями 39° и 46° северной широты. Так же как и в бассейне Аму-Дарьи, границы бассейна Сыр-Дарьи четко очерчиваются только в пределах горного рельефа, занимающего юго-восточную его часть; что же касается равнинной, северо-западной его части, то там вследствие неясно выраженного водораздела границы бассейна крайне неопределенны. Поэтому точно площадь бассейна Сыр-Дарьи может быть определена только до выхода реки из Ферганской котловины. Для этого пункта площадь бассейна Сыр-Дарьи, по данным водного кадастра, равна 142200 км^2 . Площадь горной области бассейна составляет 150100 км^2 . В пределах юго-восточной части бассейна его естественными границами служат: на юге и востоке хребты Акшийряк, Борколдой, Атбаши, Алайский, Туркестанский и являющийся его продолжением хребет Нуратау; на севере хребты Терскей-Алатау, Киргизский, Таласский Алатау и Каратау. Наибольшей высотой из перечисленных хребтов отличаются Алайский и Туркестанский, отдельные вершины которых в верховьях рек Сох и Исфара (между 70° — 72° в. д.) возвышаются над уровнем моря почти на 6000 м . На высоте 4000 — 5000 м лежат гребни хребтов Атбаши, Борколдой, Акшийряк и Терскей-Алатау. Несколько ниже хребты Киргизской и Таласский Алатау с его крупнейшими отрогами Чаткальским и Пскемским хребтами

(3500—4500 м). Наиболее низкими являются хребты Каратау и Нурата, далеко выдающиеся в равнинные пространства Средней Азии. Их наиболее высокие вершины едва превышают отметки 2000 м.

В бассейне реки расположены наиболее крупные гидростанции Средней Азии: Фархадская, Кайракумская, Чирчикская, Учкурганская и др.

Нарын – $L=534$ км; $F=58\,370$ км² - бассейн реки Нарын расположен среди высоких горных хребтов, из которых северная граница принадлежит Терской-Алатау, а южная – к системе пограничной горной цепи Кокшаалтау. Река Нарын образуется слиянием Большого и Малого Нарына. Образуясь слиянием рек ледниково-снегового питания Нарын в верхней части своего течения имеет режим свойственный рекам этого типа.

Большой Нарын - $L=188$ км; $F=5850$ км²; $H_{cp}=3770$ м – истоками реки являются реки Арабель и Кумтар. Питание – ледниково-снеговое.

Малый Нарын - $L=150$ км; $F=3900$ км²; $H_{cp}=3494$ м – главной составляющей является река Бурхан. Она начинается многочисленными потоками, вытекающими из ледников северного склона хр. Джетымбель. Питание реки Малый Нарын – ледниково-снеговое.

Притоки Нарына:

Атбаша - $L=178$ км; $F=5690$ км²; $H_{cp}=3056$ м; $Q_{cp}=33,1$ км³/сек; Алабуга - $L=193$ км; $F=5790$ км²; $H_{cp}=3016$ м; $Q_{max}=124$ км³/сек; Кекемерен - $L=197$ км; $F=9800$ км²; $H_{cp}=2737$ м; $Q_{cp}=594$ км³/сек; Онарча; Кокджерты; Чичкан; Узунахмат; Карасу (левая); Карасу (правая).

Река Карадарья – образуется слиянием рек Тар и Каракульджа, собирающих воду с южных склонов Ферганского хребта и частично с северного склона Алайского хребта. Река Карадарья является рекой снегово-ледникового питания. Но из-за низких отметок водосбора сток у Карадарьи концентрируется в марте-июне, июне-сентябре. Гребень паводка в июне.

2. Гидрографическое описание реки Сырдарья и ее притоков

Река Сырдарья - $L=2137$ км; $F=150\,100$ км²; $Q_{cp}=44$ км³/сек – самая протяженная река Средней Азии. Главное русло реки выделяется своей многоводностью и шириной и отличается устойчивостью. Дно русло сложено преимущественно песком, реже песком с галькой. В пределах Ферганской долины крупнейшими притоками Сырдарья справа являются – Падша-ата ($L=122$ км; $F=393$ км²; $H_{cp}=2827$ м; $Q_{cp}=6,05$ км³/сек, Касансай - $L=154$ км; $F=1650$ км²; $H_{cp}=2347$ м; $Q_{cp}=9,81$ км³/сек, Гава-сай - $L=91,7$ км; $F=697$ км²; $H_{cp}=2524$ м; $Q_{cp}=5,89$ км³/сек, Чаадак-сай и слева – Исфайрамсай, Шахимардан, Сох - $L=94$ км; $F=2468$ км²; $H_{cp}=3351$ м; $Q_{cp}=41,2$ км³/сек, Исфара - $L=130$ км; $F=1580$ км²; $H_{cp}=3420$ м; $Q_{cp}=14,7$ км³/сек, Ходжа-Бакирган - $L=130$ км; $F=1710$ км²; $H_{cp}=2533$ м; $Q_{cp}=10,6$ км³/сек и Ак-су - $L=116$ км; $F=753$ км²; $H_{cp}=2910$ м; $Q_{cp}=3,88$ км³/сек. Почти не один из них не доносит своей воды до главной реки, вследствие разбора на орошение. Правые притоки, питающиеся на сравнительно низком Чаткальском хребте, к тому же на южном склоне, являются реками снегово-ледникового питания, а левые – реками ледниково-снегового питания. Водностью среди них выделяется Сох. Выйдя из Ферганской долины река до устья реки Чирчик протекает по широкой до 15 км долине. Ниже устья Чирчика река протекает по долине с крайне слабо или совершенно невыраженными границами. В многоводные годы Сырдарья местами разливадается на 5-7 и даже 11 км. Ниже Ферганской долины сырдарья за исключением двух сравнительно крупных рек Заамин-сая - $F=709$ км²; $H_{cp}=2094$ м; $Q_{cp}=2$ км³/сек и Санзара $F=2526$ км²; $Q_{cp}=1,7$ км³/сек, до нее не доходящего, слева притоков не имеет. Справа в нее впадают Ангрен, Чирчик, Келес $L=236$ км; $F=3310$ км²; $H_{cp}=933$ м; и Арысь $L=339$ км; $F=14530$ км²; $Q_{max}=1120$ км³/сек. Кроме них у сырдарьи имеется множество мелких притоков, которые разбираются на орошение и своей воды до нее не доносят (в частности, с хребта Каратау).

Вопросы:

1. Опишите границы бассейна реки Сырдарья?
2. Перечислите самые крупные гидроэлектростанции, расположенные в бассейне реки Сырдарья
3. Какова длина и площадь бассейна реки Сырдарья?
4. Перечислите основные притоки Сырдарьи в пределах Ферганской равнины.

Лекция 22. Гидрография бассейнов рек Талас, Чу и оз. Иссык-Куль

План:

1. Гидрографическое описание бассейнов рек Талас и Чу
2. Гидрографическое описание бассейна озера Иссык-Куль

1. Гидрографическое описание бассейнов рек Талас и Чу

К северу от бассейна Сырдарьи расположен бассейн рек Талас, Чу и оз. Иссык-Куль. С точки зрения поверхностного стока он делится на 3, и даже на 4 самостоятельных бассейна:

1. реки Талас
2. маловодной реки Асса
3. реки Чу
4. озера Иссык-Куль

Но они в какой-то мере связаны между собой подземным стоком, а когда-то и поверхностным и легко могут быть объединены снова.

Водосборная площадь рассматриваемого бассейна занимает площадь округленно 50 000 км². Наиболее крупным по водосборной площади является бассейн реки Чу, на долю которого приходится половина водосбора. Почти одинаковы по размерам река Талас с рекой Асса и озеро Иссык-Куль, из которых первый располагается на западе бассейна, а второй - на востоке. На юге водораздел, отделяющий бассейн рек Чу, Талас и озера Иссык-Куль от бассейнов рек Тарим и Сырдарья, проходит по хребтам Терскей-Алатау и его отрогам, Киргизскому, Таласскому Алатау, Каратау. На севере от озера Балхаш он отделен Кунгей-Алатау и Чу-Илийскими горами. Перечисленные хребты, за исключением Каратау и Чу-Илийских гор, отличаются значительной высотой (выше 4000 м), поэтому большинство рек имеют ледниково-снеговое питание.

Бассейн рек Талас и Асса ограничен на севере Киргизским хребтом, на юге Таласским Алатау, соединяющимся на востоке с Киргизским, и хребтом Каратау. Наибольшая высота относится к Таласскому Алатау и его отрогам (4000 м, но не менее 4500 м). Наиболее водоносная река Талас образуется слиянием рек Каракол и Учкошой. От слияния этих рек Талас протекает по довольно широкой межгорной равнине, на протяжении которой он принимает все свои притока. Наиболее крупные из них : Колба - $F=218$ км²; $H_{cp}=2940$ м; $Q_{cp}=1,70$ км³/сек, Бешташ - $F=307$ км²; $H_{cp}=2990$ м; $Q_{cp}=3,58$ км³/сек, Урмарал - $F=1120$ км²; $H_{cp}=2900$ м; $Q_{cp}=8,46$ км³/сек, Кумыштаг - $F=406$ км²; $H_{cp}=2670$ м; $Q_{cp}=2,71$ км³/сек, Карабура - $F=797$ км²; $H_{cp}=2600$ м; $Q_{cp}=3,72$ км³/сек (левые), Кенкол $F=406$ км²; $H_{cp}=2490$ м; $Q_{cp}=2,43$ км³/сек и Нельды - $F=153$ км²; $H_{cp}=2500$ м; $Q_{cp}=0,76$ км³/сек (правые). Помимо этих притоков по направлению к реке Талас текут многочисленные мелкие родниковые притоки. Все перечисленные реки разбираются на орошение и до реки Талас своих вод либо не доносят (р. Нельды), либо сбрасывают периодически незначительное количество воды. Исключением является только р. Урмарал, которая в течение большей части года сбрасывает до 40% своего стока при выходе из гор.

Река Асса начинается в горах Каратау под названием Терс. Терс на значительном протяжении течет на восток. Приняв свой единственный приток р. Кюркюресу - $F=454$ км²; $H_{cp}=2841$ м; $Q_{cp}=5,87$ км³/сек, формирующую сток на северном склоне Таласского Алатау, река получает название Асса и меняет направление течения на север. Пройдя непосредственно вблизи от ирригационного веера реки Талас у г. Джамбула, Асса меняет направление на западное и впадает в крупное (по площади) оз. Бийликоль, выйдя из которого течет в северном направлении, питая по пути несколько более мелких оезр им теряется, не доходя до реки Талас. С северо-восточного склона хребта Каратау по направлению к рекам Талас и Асса стекает ряд небольших, маловодных речек, разбираемых на орошение и не доносящих стока до своих главных рек (Коктал, Бугунь, Ушбас). Общая площадь горной области бассейна рек Талас и Асса ≈ 12500 км².

Река Чу - $F=25\ 000$ км²; $Q_{cp}=130$ км³/сек бассейн реки расположен между бассейнами Сырдарьи и оз. Балхаш, на севере ограничен хребтом Заилийский Алатау и Чу-Илийскими горами, на юге - хребтами, относящимися к Терскей-Алатау, в т.ч. и Киргизским хребтом, на востоке - хр. Кунгей Алатау и слабовыраженным водоразделом с из. Иссык-Куль, На западе - р. Чу сливается с равнинами Средней Азии. Река образуется слиянием рек Джуванарык и Кочкор. После слияния данных рек Чу выходит в Иссыккульскую котловину. Далее в Чуйскую котловину. После прорыва в Чуйскую

долину, через Боакиское ущелье, река выходит в пустынные пространства Муюнкум и Бетпакдала. Наиболее крупными притоками реки Чу являются: р. Чонкемен (Большой Кебин) - $F=1780 \text{ км}^2$; $H_{\text{ср}}=3189 \text{ м}$; $Q_{\text{ср}}=21,6 \text{ км}^3/\text{сек}$; р. Иссыката - $F=527 \text{ км}^2$; $H_{\text{ср}}=3000 \text{ м}$; $Q_{\text{ср}}=7,16 \text{ км}^3/\text{сек}$; р. Шамси; р. Аламедин - $F=327 \text{ км}^2$; Сокулук - $F=353 \text{ км}^2$; Карабалта - $F=577 \text{ км}^2$, Алаарча - $F=249 \text{ км}^2$; Аксу - $F=489 \text{ км}^2$; Аспара - $F=430 \text{ км}^2$; Меркс - $F=410 \text{ км}^2$; р. Кичикемин (Малый Кебин) - $F=184 \text{ км}^2$; $H_{\text{ср}}=2704 \text{ м}$; $Q_{\text{ср}}=2,02 \text{ км}^3/\text{сек}$; р. Каракунус - $F=490 \text{ км}^2$; $H_{\text{ср}}=1889 \text{ м}$; $Q_{\text{ср}}=2,61 \text{ км}^3/\text{сек}$; р. Ргайты - $F=461 \text{ км}^2$; $Q_{\text{ср}}=1,43 \text{ км}^3/\text{сек}$. Питание реки Чу ледниково-снеговое. Максимум стока - июнь-август, минимум - март - апрель.

2. Гидрографическое описание бассейна озера Иссык-Куль

Бассейн озера Иссык-Куль. Восточная часть бассейна занята своеобразной в географическом отношении котловиной озера Иссык-Куль. Она имеет овальную форму и вытянута в широтном направлении. Длина (с запада на восток) - 252 км, с севера на юг - 116 км.

Бассейн озера в основном состоит из двух покатостей: на севере - южный склон хр. Кунгей-Алатау; на юге - северный склон хр. Терской-Алатау. Общая площадь бассейна равна $21\,891 \text{ км}^2$. Она складывается из горной области $F=12\,660 \text{ км}^2$, где формируется сток рек и временно действующих саев, предгорной равнины, окаймляющей озеро, с площадью 3025 км^2 и зеркала озера, имеющего площадь 6206 км^2 . Из-за бедноты осадками в западной части бассейна речная сеть развита слабо (в основном, периодически действующие водотоки). В средней и восточной части бассейна, количество осадков велико, а реки берут начало с наиболее высоких частей прилегающих хребтов. Здесь сосредоточены самые водоносные реки бассейна. Внутригодовое распределение стока в существенной мере определяется высотой водосбора (увеличивается с запада на восток).

Всего со склонов Кунгей и Терской-Алатау стекают 6 рек со средними годовыми расходами при выходе из гор от 5 и более $\text{м}^3/\text{сек}$. Наиболее водоносная из них река Тюп - $Q_{\text{ср. год}}=7,8 \text{ м}^3/\text{сек}$. Рек с расходами от 3 до $5 \text{ м}^3/\text{сек}$ - семь. Средние годовые расходы воды остальных рек менее $3 \text{ м}^3/\text{сек}$ и падают до долей $\text{м}^3/\text{сек}$. Водосборные площади наиболее крупных рек колеблются в пределах $655\text{-}305 \text{ км}^2$ (11 рек).

Рек, имеющих протяжение свыше 50 км, всего 4; Тюп, Джаргалан, Джетты-ауз, Джуука.

Вопросы:

1. Укажите площадь водосбора рассматриваемого бассейна.
2. Укажите границы бассейна рек Талас и Чу.
3. Перечислите наиболее крупные притока реки Чу.
4. Опишите рельеф бассейна озера Иссык-Куль
5. Укажите название самой водоносной реки в бассейне озера Иссык-Куль.

Лекция 23. Гидрография южной части озера Балхаш и центральной части Казахстана

План:

1. Гидрография южной части озера Балхаш и центральной части Казахстана

1. Гидрография южной части озера Балхаш и центральной части Казахстана

Данная область занимает крайний северо-восток Средней Азии. Зимой в большей степени она находится под воздействием сибирского максимума давления и зимние температуры здесь ниже, чем по всей Средней Азии.

Максимум осадков наблюдается весной. Горные хребты здесь значительно высокие, особенно Заилийский Алатау и Кунгей-Алатау (более 4000 м), наибольшая высота - 5 346 м. Снеговая линия лежит на высоте 3600-3900 м.

Общая площадь горной области южной части бассейна озера Балхаш составляет $119\,000 \text{ км}^2$ (с территорией бассейна в Китае).

Среди рек южной части бассейна Балхаша величиной бассейна выделяется река Или - самая водоносная река (70% поверхностного стока южной части Балхаша - $550 \text{ м}^3/\text{сек}$). Река Или образуется слиянием рек Текес и Кунгес. Первая начинается на территории Средней Азии, затем идет в Китай; вторая течет полностью по территории Китая. $F_6=36250 \text{ км}^2$ (при слиянии рек Текес и Кунгес) $112\,700 \text{ км}^2$ (у с. Илийское, где четко

обрисованы водораздельные линии); $L = 950$ км, на долю Средней Азии приходится 740 км. Из-за значительных высот водосбора реки и ее северного положения в бассейне существенно развита зона вечных снегов и оледенения. Из-за этого, река Или и большая часть ее притоков относятся к рекам ледниково-снегового питания. $Q_{ср} = 473$ м³/сек (у с. Илийское). У госграницы $Q_{ср} = 374$ м³/сек (разбор на орошение). Или на всем своем протяжении ежегодно замерзает.

В пределах Средней Азии наиболее крупными притоками реки Или являются: Чарын, Чилик, Кескемен и Курты, Хоргос.

Северо-восточнее бассейна реки Или располагаются бассейны рек Каратаг, Биен, аксу, Лепса (с запада на восток). Наиболее водоносная из них река Каратал, берет начало в ледниках и снегах Джунгарского Алатау – образуется слиянием рек Коксу и Биже.

Река Биен – берет начало с северного склона Джунгарского Алатау, маловодна, разбирается на орошение.

Река Аксу – берет начало в наиболее возвышенной части Джунгарского Алатау. Имеет притоки – Саркан и другие. $Q_{ср} = 11$ м³/сек – питание ледниково-снеговое.

Река Лепса (Лепсы) – исток находится в ледниках северного склона Джунгарского Алатау. Большую часть воды отдает каналам. В нижнем течении имеет приток реку Баскан, $Q_{ср} = 17$ м³/сек.

Вопросы:

1. Какова общая площадь горной области южной части озера Балхаш?
2. Укажите наибольшую высоту описываемого бассейна.
3. Перечислите основные притоки реки Или на территории Средней Азии

Лекция 24. Ледники и их распределение по речным водосборам

План:

1. Распределение ледников по территории Средней Азии

1. Распределение ледников по территории Средней Азии

В целом в Средней Азии общее число крупных ледников не меньше 2500. При учете небольших ледниковых образований число ледников увеличивается в 2-3 раза. По уточненным данным общая площадь оледенения достигает в Средней Азии почти 1600 км². На Памире под ледниками находится почти 11% его площади, а на Тянь-Шане меньше 5%. Подсчет площади оледенения по главным водным бассейнам показывает, что наибольшую площадь ледники занимают в бассейне Амударьи.

Средняя Азия не смотря на исключительную сухость климата является областью сосредоточения огромного количества льда и снега. Площадь занимаемая здесь ледниками, в 8,5 раз превышает оледенение Большого Кавказа и в 28 раз оледенение Алтая.

Таблица 24.1.

Современное оледенение Средней Азии

Район оледенения	F оледенения, км ²	Район оледенения	F оледенения, км ²
Тянь-Шань		Памир	
Джунгарский Алатау	956	Заалайский	1469
Заилийский Алатау	486	Зулумарт	462
Кунгей-Алатау	221	Северный Танымас	422
Киргизский хребет и Таласский Алатау	329	Академии Наук	1500
Терскей Алатау	1081	Петра Первого	484
Акшийрак	432	Дарвазский	520
Куйлютау	236	Ванчский	164
Район пиков Хан-Тенгри и пика Победы	1517	Язгулемский	670
Кокшаал-Тау	717	Музкол	376
Джетым и Джетымбель	204	Рушанский и Базардара	984
Борколдой	230	Шугнанский	158

Нарынтау	27	Бакчигир	104
Атбаши	81	Ишкашимский	175
Сусамыртау	25	Шахдаринский	261
Нуратау	19	Южно-Аличурский	80
Небольшие хребты внутреннего Тянь-Шаня в бассейне Нарына	42	Ваханский	62
Небольшие районы оледенения в бассейнах Кочкорки и Чу	37	Сарыкольский	150
Ферганский	195	Общая площадь	8041
Алайский	568		
Туркестанский	151		
Зеравшанский и Гиссарский	3830		
Общая площадь	7937		

Таблица 24.2.

Распределение площади оледенения по главным бассейнам

Бассейн	Площадь, км ²	% площади водосбора	Бассейн	Площадь, км ²	% площади водосбора
Амударья	7273	3,7	Тарим	3336	-
Кызылсу	569	6,8	Кызылсу	377	-
Муксу	2464	35,2	Кокшаалдарья	251	-
Обихингоу	683	10,3	Чонузгенгегуш	308	-
Ванч	380	19,1	Сарыджаз	2400	-
Язгулем	306	15,3	Сырдарья	1874	1,2
Бартанг	1745	7,3	Нарын	1408	1,8
Гунт	735	4,6	Реки Ферганской котловины	826	1,2
Пяндж	391	9,2	Иссык-Куль	599	3,8
Каракуль	391	-	Чу	482	1,9
			Талас	41	0,4

На территории Средней Азии развиты крупнейшие в мире горнодолинные ледники средних широт. Они группируются в ледниковые комплексы, среди которых выделяют два главных типа – узлы оледенения и ледниковые пояса. Узлы оледенения приурочены к наиболее приподнятым участкам горных хребтов. Такими участками являются районы пиков Победы, Хан-Тенгри, хр. Акшийрак и район перевала Матча. Ледниковые поля состоят из изолированных друг от друга и вытянутых вдоль горных хребтов ледниковых тел, площади оледенения, которых не меньше, чем в отдельных узлах оледенения.

Особенности рельефа гор Средней Азии обуславливают своеобразие морфологических типов отдельных ледников, распространенных в других горных странах.

Наличие параллельных широтных горных хребтов и узких глубоких долин создает благоприятные условия для развития продольных долинных ледников, параллельных, а не перпендикулярных, как обычно, основным горным цепям. Эти ледники имеют огромные размеры при небольших уклонах, получают множество притоков со склонов окаймляющих хребтов; область питания их складывается из областей питания притоков; концевая часть языка таких ледников часто бывает погребена под чехлом морены. К этому типу ледников могут быть отнесены: Иныльчек, СКаинды, Зеравшанский, Гармо и некоторые другие.

Другой разновидностью долинных ледников являются ледники, занимающие днища поперечных долин. Эти ледники отличаются не только меньшими размерами по сравнению с ледниками продольных долин, но также и тем, что среди них много разнообразнейших переходных форм. Размеры ледников поперечных долин колеблются в пределах от 2-3 до 15-18 км. У долинных ледников область питания довольно четко отделяется от области таяния.

Вопросы:

1. Какой процент площади Памира занимают ледники?
2. Какой процент площади Тянь-Шаня занимают ледники?
3. Какой процент площади водосбора бассейна реки Амударьи занимают ледники?
4. Перечислите крупнейшие горнодолинные ледники, расположенные на территории Средней Азии.

Лекция 25. Горные и равнинные озера, водохранилища, ирригационные каналы

План:

1. Озера Средней Азии
2. Водоохранилища и ирригационные каналы Средней Азии

1. Озера Средней Азии

Общее количество озер в Средней Азии, достигает, примерно 1000, причем 80% их приходится на равнинную часть территории. Некоторое представление об общей акватории среднеазиатских озер дают материалы Д.И. Лузанского и Н.О. Савиной (1956), проводивших в 1951 г. Учет водохранилищ, имеющих рыбохозяйственное значение:

Таблица 25.1

Площади озер и водохранилищ, км²*

Республика	Озера	Водоохранилища
Туркмения	15,70	84,00
Узбекистан	471,02	94,60
Таджикистан	36,74	45,00
Киргизия (только оз. Иссык-Куль)	6205,00	2,85
Общая площадь	6728,46	226,45

* Без Аральского моря

Озера равнинной части Средней Азии в основном – пойменные водоемы, обязанные своим происхождением русловым процессам, а озера, связанные с оросительными системами, по существу являются водоемами, созданными искусственно или возникшими случайно в результате заполнения водой понижений рельефа.

Пойменные озера-старицы часто располагаются рядами на пойменных террасах. Им присущи все типичные черты морфологии водоемов этого рода. Они очень однообразны, но в строении их ванн отмечаются возрастные изменения; очертания этих сильно вытянутых, узких, часто изогнутых, неглубоких и иногда многокотловинных водоемов соответствуют форме речного русла.

В отношении питания и уровня режима пойменные озера по существу представляют собой единое целое с рекой, что объясняется высокой фильтрационной способностью аллювиальных отложений, в которых заложены ванны стариц.

Температурный режим озер-стариц характеризуется своеобразными чертами, связанными с их водным питанием. В гидрохимическом отношении равнинные озера Средней Азии также довольно однообразны. Пойменные водоемы большей частью пресноводны и по солевому составу мало отличаются от речной воды. Только к осени в некоторых старицах Амударьи наблюдается повышение минерализации до 1-1,5 г/л. В отдельных случаях наиболее старые пойменные озера, утратившие всякую связь с рекой и питающиеся грунтовыми водами, осолоняются (например, ряд стариц Мургаба). Солонатыми водами отличаются и некоторые старицы Амударьи в пределах Ташаузской области. В равнинной части Средней Азии встречаются и небольшие соленые озера, но они немногочисленны. Одно из таких – Молла-Кара – лежит в старом русле Узбоя недалеко от Каспия. Оно питается выходами грунтовых вод. Соленость озера достигает примерно 30%, летом при усиленном испарении в нем происходит осадка кристаллической соли.

Горные озера. Происхождение котловин горных озер отличается большим разнообразием, чем равнинных.

Тектоническое происхождение имеют лишь немногие, преимущественно наиболее крупные котловины озер Иссык-Куль, Чатыркель, Сонкель (Тянь-Шань), и Каракуль (Памир), занимающие пониженные части неглубоких впадин, сформировавшихся в

результате или горных завалов и огибания перегороживания горных долин моренами древних ледников.

Крупнейшими завальными озерами являются Сарезское и Яшилкульна Памире, Искандеркуль на северном склоне Гиссарского хребта. Сарезское озеро возникло в феврале 1911 года в результате грандиозного обвала, перегородившего долину р. Бартанг плотиной, высотой больше 600 м. Озеро стало быстро увеличиваться и вытянулось на 70 км вверх по долине Бартанга и его площадь равна 88 км^2 , глубина плотины превышает 500 м, а объем примерно достигает $17,3 \text{ км}^3$. Небольшие озера завального происхождения довольно многочисленны и известны во многих горных районах. Широко рассеяны и преимущественно небольшие ледниковые (моренные) озера. Таковы, например, водоемы на сыртах Шугнанского хребта и многие озера на склонах Ферганской долины.

В предгорьях южного Таджикистана, а также на плато Ходжа-Сартис и Ходжа-Мумин распространены небольшие, но сравнительно глубокие карстовые воронки. Они образовались вследствие вымывания солей. Некоторые из них постоянно заполнены водой, другой – временами.

Таблица 25.2.

Морфологические характеристики некоторых горных озер

Озеро	Высота над ур. моря, м	Площадь водного зеркала, км^2	Длина, км	Наибольшая ширина	Глубина, м		Объем, км^3
					Наиб.	Сред.	
Сонкель	3016	292,0	33,0	17,0	22,0	-	-
Чатыркель	3530	194,6	23,5	11,7	3,8	-	-
Каракуль	3914	368,9	28,3	23,3	283,2	112,2	26,5
Яшилкуль	3734	48,0	24,6	3,6	52,0	-	-
Сарезское	3222	88,0	61,0	3,4	505,0	-	17,3
Зоркуль	4125	-	20,0	4,0	$\approx 5,0$	-	-
Искандеркуль	2178	4,0	3,3	2,9	71,7	50,8	0,2

Водный режим горных озер определяется климатическими условиями и рельефом. Все озера плотинного типа проточны. По существу плотинными следует считать и озера без поверхностного стока, но с сильно фильтрующими плотинами, такие как Сарезское. Бессточны некоторые озера тектонического происхождения: Каракуль, Чатыркель и Иссык-Куль.

2. Водохранилища и ирригационные каналы Средней Азии

Водохранилища. Начало строительства водохранилищ на территории Средней Азии уходит корнями в глубину веков. По сведениям арабских географов средневековья, первые водохранилища в Средней Азии существовали уже в X-XI веках.

По состоянию на 1988 год, на территории среднеазиатского региона в бассейнах рек Амударья, Сырдарья, Чу, Таласа и Атрека, а также областей внутреннего стока Туркмении насчитывается 60 водохранилищ с объемом не менее 10 млн. м^3 . Общий объем водных масс, заключенных в искусственных водоемах, оценивается в $61,6 \text{ км}^3$, что составляет около 50% водных ресурсов рек Средней Азии и позволяет обеспечивать гарантированную отдачу стока среднеазиатских рек в объеме 90 км^3 в год. Общая площадь водной поверхности водохранилищ оценивается в 2949 км^2 , что составляет 6% площадей орошаемых земель среднеазиатского региона.

Таблица 25.3

Распределение водохранилищ Средней Азии по градации высотных зон

Высота над ур. м, м.	Река			Туркмения	Средняя Азия	% от общего количества
	Амударья	Сырдарья	Чу, Талас			
	Количество					
0-500	10	5		15	30	50
500-1500	7	17	5		29	48
1500			1		1	2
Всего	17	22	6	15	60	100
	Площадь, км ²					
0-500	1256,3	1389,7		494,3	3140,3	79
500-1500	206,7	464,2	112,6		783,5	20
1500			25,0		25,0	1
Всего	1463,0	1853,9	137,6	493,4	394838	100
	Объем, млн. м ³					
0-500	11468,6	9357,5		2119,1	22945,2	37
500-1500	11826,3	25147,5	1238,7		38212,5	62
1500			470,0		470,0	1
Всего	23294,9	34505,0	1708,0	2119,1	61627,7	100

Таблица 25.4

Распределение водохранилищ Средней Азии по градации объемов их водных масс

Объем млн. м ³	Амударья	Сырдарья	Чу, Талас	Туркмения	Средняя Азия	%
0-50	5	4	2	11	22	37
50-500	6	13	2	2	23	38
500	6	5	2	2	15	25
Всего	17	22	6	15	60	100
0-50	18,6	10,1	3,4	133,8	165,9	4
50-500	104,9	166,5	30,5	75,0	376,9	10
500	1339,5	1677,3	103,7	285,5	3406,0	86
Всего	1463,0	1853,9	137,6	494,3	3948,3	100
0-50	114,9	112,0	17,5	234,1	478,5	1
50-500	1489,0	1543,0	521,2	350,0	4803,2	8
500	2169,1	31950,0	1170,0	1535,0	56346,0	91
Всего	23294,9	34505,0	1708,7	2119,1	61627,7	100

Общий объем использования воды по Республике Узбекистан в среднем за 2002-2004 гг. составил порядка 55,1 км³, в том числе из поверхностных водных объектов – 53,7 км³, из подземных источников – 0,5 км³

Таблица 25.5

Современное использование водных ресурсов в Республике Узбекистан
(среднее за 2002 - 2004 гг.)

Использовано водных ресурсов	км ³	%
Всего:	55,1	100
в т.ч. Орошаемое земледелие	49,7	90,2
Неирригационные потребители	5,4	9,8
Из них: хозяйственно-питьевое и сельхозводоснабжение	3,4	6,1
Промышленность	1,2	2,2
Рыбное хозяйство	0,8	1,5

Как видно из приведенной выше таблицы, на орошение в Узбекистане расходуется 90 % располагаемых водных ресурсов. Преобладающая их часть (80-83 %) затрачивается в вегетационный период. В не вегетационный период вода используется на орошение озимых культур, запасные и влагозарядковые поливы и для промывки засоленных земель.

Вопросы:

- 1. Перечислите самые крупные(по объему) равнинные озера Средней Азии*
- 2. Какие крупные завальные озера вы знаете?*
- 3. Сколько водохранилищ насчитывается на территории Средней Азии?*
- 4. Каков объем использования воды в Республике Узбекистан?*
- 5. Сколько км³ используемых водных ресурсов Республики Узбекистан приходится на орошаемое земледелие?*
- 6. Сколько км³ используемых водных ресурсов Республики Узбекистан приходится на промышленные нужды и неирригационные потребители?*

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. К каким наукам относится гидрология?
 - А) географическим
 - Б) геологическим
 - В) биологическим
 - Г) физическим

2. Что изучает наука «гляциология»?
 - А) режим водохранилищ
 - Б) режим рек
 - В) гидрологию ледников
 - Г) гидрологию подземных вод

3. Тальматология – это наука о ...
 - А) гидрология океанов и морей
 - Б) гидрология болот
 - В) гидрология ледников
 - Г) гидрология подземных вод

4. В каком году был введен термин «гидрология»?
 - А) 1910
 - Б) 1919
 - В) 1942
 - Г) 1918

5. Как рассчитывается коэффициент α ?
 - А) $\alpha = Y \cdot X$
 - Б) $\alpha = t \cdot X$
 - В) $\alpha = X \cdot Z$
 - Г) $\alpha = X/Y$

6. Сколько процентов площади Земли покрыто водами Мирового Океана?
 - А) 92%
 - Б) 71%
 - В) 65%
 - Г) 50%

7. Укажите площадь Мирового Океана?
 - А) 1,37 млн. км²
 - Б) 206 млн. км²
 - В) 155 млн. км²
 - Г) 361,3 млн. км²

8. Бассейн какой реки Средней Азии стоит на первом месте по площади и водоносности?
 - А) Бассейн реки Сырдарья
 - Б) Бассейн реки Амударья
 - В) Бассейны бессточных рек Туркмении
 - Г) Бассейн рек Чу-Талас

9. Сколько бассейнов можно выделить на территории Средней Азии по орографическим признакам?

- А) 2 бассейна
- Б) 4 бассейна
- В) 10 бассейнов
- Г) 3 бассейна

10. Какая часть равнинной территории Средней Азии получает менее 100 мм осадков за год?

- А) 91%
- Б) 50%
- В) 20%
- Г) 25%

11. Какой процент от годового стока приходится на дождевое питание?

- А) 5-6%
- Б) 3-3,5%
- В) 10%
- Г) 15%

12. На сколько типов делятся реки Средней Азии по классификации О.П. Щегловой?

- А) 3
- Б) 2
- В) 5
- Г) 6

13. Из скольких групп и типов состоит классификация Б.Д. Зайкова?

- А) 4 – группы и 6 – типов
- Б) 2 – группы и 5 – типов
- В) 3 – группы и 10 – типов
- Г) 5 – групп и 9 – типов

14. К рекам какого типа питания относится река Амударья по классификации В.Л. Шульца?

- А) 1 тип – ледниково-снеговой
- Б) 2 тип – снегово-ледниковый
- В) 3 тип – снеговой
- Г) 4 тип – снегово-дождевой

15. К рекам какого типа питания относится река Сырдарья по классификации В.Л. Шульца?

- А) 1 тип – ледниково-снеговой
- Б) 2 тип – снегово-ледниковый
- В) 3 тип – снеговой
- Г) 4 тип – снегово-дождевой

16. На какой реке построено Кайракумское водохранилище?

- А) Кашкадарья
- Б) Коксу
- В) Сырдарья
- Г) Карадарья

17. Какова длина реки Пяндж?

- А) 524 км

- Б) 921 км
- В) 581 км
- Г) 387 км

18. Какое из этих водохранилищ построено на реке Амударья?

- А) Туямуюнское
- Б) Андижанское
- В) Талимарджанское
- Г) Куюмазарское

19. Слиянием каких рек образуется река Сырдарья?

- А) Нарын и Карадарья
- Б) Нарын и Исфара
- В) Карадарья и Акдарья
- Г) Сох и Исфара

20. Слиянием каких рек образуется река Амударья?

- А) Нарын и Карадарья
- Б) Вахш и Пяндж
- В) Сох и Исфара
- Г) Шерабад и Кафирниган

21. Укажите длину реки Пяндж

- А) 581 км
- Б) 387 км
- В)
- Г) 930 км

22. Укажите единицу измерения расхода воды (Q):

- А) л/сек
- Б) см, мм
- В) м/сек
- Г) м³

23. Укажите формулу расчета модуля стока воды:

- А) $M_0 = Q \cdot 31,5 \cdot 10^6$
- Б) $M_0 = W/F$
- В) $M_0 = Q \cdot 1000/F$
- Г) $M_0 = Q \cdot t$

24. К рекам какого типа питания относится река Ахангаран по классификации В.Л. Шульца?

- А) 1 тип – ледниково-снеговой
- Б) 2 тип – снегово-ледниковый
- В) 3 тип – снеговой
- Г) 4 тип – снегово-дождевой

25. Что такое водосбор реки?

- А) это часть суши, включающая данную речную систему и ограниченная водоразделом
- Б) это часть земной поверхности и толщи почв и грунтов, откуда данная река получает свое питание

- В) часть площади бассейна расположена выше любой заданной отметки местности
Г) это расстояние вдоль русла, между истоком и устьем реки
26. Что такое исток реки?
А) это расстояние вдоль русла, между истоком и устьем реки
Б) место, начала реки (выход из озера, болота, ледника, родника и т.д.)
В) место непосредственного впадения реки в приемный водоем (океан, море, озеро) или другую реку
Г) затапливаемое подвижное повышение дна
27. Что такое русло реки?
А) часть долины заливаемая водами половодья
Б) затапливаемые подвижные повышения дна
В) расстояние вдоль русла, между истоком и устьем реки
Г) наиболее низкая часть долины, занятая полным притоком в межень
28. На какие типы подразделяются речные долины по происхождению?
А) тектонические и чинковые
Б) эрозионные и тектонические
В) чинковые, эрозионные, тектонические
Г) эрозионные и тектонические
29. Что в гидрологии называют изобатами?
А) линии на дне речного русла, соединяющие точки с одинаковыми глубинами
Б) линии на поверхности суши, соединяющие точки с одинаковыми высотами
В) расстояние вдоль русла реки, между истоком и устьем
Г) полосы в русле реки с глубинами, наиболее благоприятными для судоходства
30. График изменения отметок дна и водной поверхности вдоль русла – это ...
А) поперечный профиль реки
Б) гиеографическая кривая
В) продольный профиль реки
Г) гипсографическая кривая
31. Укажите площадь водосбора бассейна Каспийского моря (среднеазиатской части):
А) 29 800 км²
Б) 29 700 км²
В) 25 600 км²
Г) 119 000 км²
32. Какое место занимает озеро Балхаш по площади водосбора?
А) четвертое
Б) второе
В) пятое
Г) первое
33. Бассейн какой реки является вторым по водоносности в Средней Азии?
А) бассейн Амударьи
Б) бассейн Сырдарьи
В) бассейн озера Балхаш
Г) бассейн бессточных рек Туркмении

34. Какова водосборная площадь бассейна реки Сырдарьи?
А) 156 000 км²
Б) 119 000 км²
В) 150 000 км²
Г) 50 000 км²
35. Сколько км³ воды стекает с водосбора Амударьи ежегодно?
А) 79 км³
Б) 90 км³
В) 50 км³
Г) 100 км³
36. Бассейн какой реки стоит на втором месте по площади водосбора?
А) бассейн Амударьи
Б) бассейн рек Чу-Талас
В) бассейн реки Сырдарьи
Г) бассейн бессточных рек Туркмении
37. Какова водосборная площадь бассейна реки Амударьи?
А) 230 000 км²
Б) 193 000 км²
В) 150 000 км²
Г) 119 000 км²
38. Какой бассейн занимает последнее место как по площади, так и по водоносности?
А) бассейн рек Чу-Талас
Б) бассейн озера Балхаш
В) бассейн Каспийского моря
Г) бассейн бессточных рек Туркмении
39. Укажите площадь Средней Азии:
А) 3 450 тыс. км²
Б) 3 576 тыс. км²
В) 4 000 тыс. км²
Г) 2 500 тыс. км²
40. Какие воды играют основную роль в питании рек Средней Азии по В.Л. Шульцу?
А) дождевые воды
Б) талые воды
В) подземные воды
Г) процент дождевых и талых вод одинаков
41. Сколько процентов составляет чисто ледниковое питание среднеазиатских рек?
А) менее 5-6%
Б) 3-3,5%
В) не более 50%
Г) не более 10%
42. Сколько процентов составляет дождевое питание среднеазиатских рек?
А) менее 5-6%
Б) 3-3,5%

В) не более 50%

Г) не более 10%

43. Сколько процентов составляет снеговое питание среднеазиатских рек?

А) менее 5-6%

Б) 3-3,5%

В) до 50%

Г) не более 10%

44. Какой особый тип синоптического процесса наблюдается в Средней Азии летом?

А) термическая депрессия

Б) повышенная влажность воздуха

В) термическая регрессия

Г) пониженная влажность воздуха

45. В какой области Средней Азии количество летних осадков может превышать до 60% от годового?

А) Восточный Памир

Б) Плато Устюрт

В) Пустыня Кызылкум

Г) Центральный Тянь-Шань и Восточный Памир

46. Ледники – это ...

А) масса фирна и льда, образовавшаяся путем длительного накопления и преобразования твердых атмосферных осадков и обладающая собственным движением

Б) избыточно увлажненный с застойным водным режимом участок земли, на котором происходит накопление органического вещества в виде не разложившихся остатков растительности

В) все природные воды Земли, представленные водами рек, озер, водохранилищ, болот и т.д.

Г) водоток значительных размеров, питающийся атмосферными осадками со своего водосбора и имеющий четко выраженное сформированное самим потоком русло

47. Река – это ...

А) масса фирна и льда, образовавшаяся путем длительного накопления и преобразования твердых атмосферных осадков и обладающая собственным движением

Б) избыточно увлажненный с застойным водным режимом участок земли, на котором происходит накопление органического вещества в виде не разложившихся остатков растительности

В) все природные воды Земли, представленные водами рек, озер, водохранилищ, болот и т.д.

Г) водоток значительных размеров, питающийся атмосферными осадками со своего водосбора и имеющий четко выраженное сформированное самим потоком русло

48. На какие две группы подразделяются ледники Земного шара?

А) покровные и подземные

Б) покровные и шельфовые

В) покровные и горные

Г) долинные и горные

48. На какие типы делятся продольные типы рек?

А) выпуклые и ступенчатые

Б) ступенчатые и вогнутые

В) вогнутые и прямолинейные

Г) плавновогнутые, прямолинейные, ступенчатые и выпуклые

49. На какие типы делятся реки по водному режиму?

А) реки с весенним половодьем и реки с паводочным режимом

Б) реки с паводочным режимом и с половодьем в теплую часть года

В) реки с весенним половодьем, с половодьем в теплую часть года, с паводочным режимом

Г) нет верного ответа

50. Что подразумевают под понятием «гидросфера»?

А) воздушную оболочку Земли

Б) водную оболочку Земли

В) поверхность суши на Земле

Г) оболочку, включающую в себя всю жизнь на Земле

Составители:

Зав. кафедры:

проф. Трофимов Г.Н.
доц. Сирлибаева З.С.

проф. Хикматов Ф.Х.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Предмет, цель и задачи гидрологии.
2. Краткая история развития.
3. Деление на части и связь с другими науками.
4. Методы исследования в гидрологии.
5. Роль сети гидрометеостанций.
6. Понятие о режиме вод.
7. Единицы измерения стока.
8. Распределение и круговорот воды на земном шаре.
9. Физические свойства воды.
10. Химические свойства воды.
11. Реки, формирование гидрографической сети.
12. Водоразделы, речные бассейны.
13. Речная система, исток и устье рек.
14. Морфометрические характеристики рек.
15. Морфометрические характеристики речного бассейна.
16. Речная долина, пойма, русло.
17. Продольный берег реки.
18. Поперечное сечение потока, элементы.
19. Механизмы течения рек.
20. Скорости течения воды в реках.
21. Элементы водного режима.
22. Фаза водного режима.
23. Питание рек, особенности питания рек Средней Азии.
24. Климатическая классификация рек по А.И. Войкову.
25. Количественная оценка источников питания рек.
26. Роль талых вод в питании рек Средней Азии.
27. Классификация рек по характеру водного режима (по Б.Д. Зайкову).
28. Классификация рек Средней Азии по О.П. Щегловой.
29. Классификация рек по В.Л. Шульцу.
30. Метеорология. Предмет и задачи.
31. Климатология, основные задачи.
32. Методы исследования в метеорологии и климатологии.
33. Международное сотрудничество в области метеорологии и климатологии.
34. Практическое значение метеорологии и климатологии.
35. Состав воздуха у поверхности Земли.
36. Характеристика влажности воздуха.
37. Атмосферные осадки, факторы, влияющие на их распределение.
38. Влияние рельефа на распределение осадков. Гистографическая кривая, градиент осадков.
39. Определение среднего слоя осадков для водосбора.
40. Средний многолетний сток. Распределение модуля стока по территории Средней Азии.
41. Колебания годового стока рек Средней Азии.
42. Испарение. Методы определения и расчета испарения.
43. Расчет испарения с водной поверхности способом ГГИ.
44. Некоторые гидрологические особенности Средней Азии.
45. Питание и основные черты режима рек Средней Азии.
46. Средний многолетний сток рек Средней Азии.
47. Мутность воды и интенсивность смыва рек Средней Азии.
48. Гидрография бассейна Каспийского моря (Среднеазиатской части).
49. Гидрография реки Теджен.

50. Гидрография реки Мургаб и рек стекающих с северного склона Копетдага.
51. Общая характеристика гидрографии реки Амударьи.
52. Гидрография реки Пяндж.
53. Гидрография реки Вахш.
54. Гидрография реки Кафирниган.
55. Гидрография реки Сурхандарья.
56. Гидрография реки Шерабад.
57. Гидрография реки Кашкадарья.
58. Гидрография реки Зерафшан.
59. Гидрография бассейна Сырдарьи.
60. Гидрография реки Нарын.
61. Гидрография реки Карадарья.
62. Гидрография рек стекающих с юго-западного склона Чаткало-Кураминского хребта.
63. Гидрография рек стекающих с юго-западного склона Ферганского хребта.
64. Гидрография рек стекающих с северного склона Алайского хребта.
65. Гидрография рек стекающих с северного склона Туркестанского хребта.
66. Гидрография реки Чирчик.
67. Гидрография реки Ахангаран.
68. Гидрография реки Арысь.
69. Гидрография реки Келес.
70. Гидрография рек стекающих с северного склона Каратау.
71. Гидрография рек стекающих со склонов Нуратау.
72. Гидрография реки Чу.
73. Гидрография реки Талас.
74. Гидрография озера Иссык-Куль.
75. Гидрография реки Или.
76. Гидрография рек впадающих в озеро Балхаш.
77. Гидрография Центрального Казахстана.
78. Гидрография рек Северного Казахстана.
79. Ледники Средней Азии.
80. Горные озера Средней Азии.
81. Озера равнинной области.
82. Подземные воды.
83. Ирригационные каналы Средней Азии.
84. Горные водохранилища Средней Азии.
85. Равнинные водохранилища Средней Азии.
86. Водный баланс земного шара.
87. Водный баланс Средней Азии.
88. Колебание годового стока рек Средней Азии.
89. Внутригодовое распределение стока рек Средней Азии.
90. Половодье на реках Средней Азии.

Составители:

проф. Трофимов Г.Н.
доц. Сирлибаева З.С.
преп. Трофимова Ю.Г.

Утвержден на заседании кафедры протокол № от 2011.

Заведующий кафедрой

проф. Хикматов Ф.Х.

Литература

1. Будыко М.И. Глобальная экология. - М.: Наука, 1977.
2. Владимиров А.М., Ляхин Ю.И., Матвеев Л.Т., Орлов В.Г., Охрана окружающей среды.- Л.: Гидрометеиздат, 1991.
3. Гальперин М.В. Экологические основы природопользования. – М.: Форум-Инфра, 2002.
4. Кутурин Н.М. , Беличенко Ю.П. Охрана водных ресурсов проблема современности.- Л.: Гидрометеиздат, 1971.
5. Левин С., Толоконников В.С., Бедер Б.А. Охрана водных ресурсов Узбекистана.- Ташкент: Узбекистан, 1975.
6. Никаноров А.М. Гидрохимия. – Л., Гидрометеиздат, 1989.
7. Никитин Д.П., Новиков Ю.В. Окружающая среда и человек. Издание второе.- М.: Высшая школа, 1986.
8. Охрана окружающей среды. Издание второе. - М: Высшая школа, 1991.
9. Радкевич В.А. Экология. - Минск: Изд-во БГУ, 1977.
10. Риклеф С.Р. Основы общей экологии.- М.: Наука, 1979.
11. Родионов А.И., Клушин В.Н., Тарочешников Н.С. Техника защиты окружающей среды. - М.: Химия, 1989.
12. Хотунцев Ю.Л. Экология и экологическая безопасность. - М.: АСАДЕМІА, 2002.

Дополнительная литература

1. Алёкин О.А. Основы гидрохимии. - Л.: Гидрометеиздат, 1970.
2. Новиков Ю.В. Экология, окружающая среда и человек. - М.: Фаир-Пресс, 2002.
3. Федоров Е.К. Взаимодействие общества и природы. - Л.: Гидрометеиздат, 1972.

Информационное обеспечение курса

1. Электронная версия конспектов лекции по курсу (автор: доц. К.А.Домлажанов)
2. Специальные таблицы, графики, схемы.
3. Специальные приборы и полевая лаборатория для изучения качества природных вод.

Составители:

проф. Трофимов Г.Н.
доц. Сирлибаева З.С.
преп. Трофимова Ю.Г.

ТЕМЫ КУРСОВЫХ РАБОТ

1. История развития гидрологии, как науки
2. Значение воды в процессах, происходящих на Земле, и ее роли в народном хозяйстве.
3. Многолетние характеристики компонентов водных ресурсов Средней Азии
4. Океаны, моря и основные озера Земли
5. Ресурсы подземных вод Узбекистана
6. Аральское море (общая характеристика состояния)
7. Основа стратегии развития водно-экологических отношений в бассейне Аральского моря
8. Стратегия управления водными ресурсами Средней Азии
9. Оценка гидроэкологического состояния территории Узбекистана
10. Водные ресурсы Узбекистана и их использование
11. Водохранилища бассейна Аральского моря и их влияние на качество воды
12. Водные ресурсы и орошаемое земледелие
13. Выявление антропогенно-нарушенных районов на территории Узбекистана
14. Проблема обеспечения питьевой водой населения Узбекистана
15. Проблемы природных катастроф
16. Озера и их происхождение
17. Ледники и их классификация

**Список тем ВКР для выпускников бакалавриатуры, направление ГМ,
рус.гр., географический факультет, кафедра гидрологии суши.**

1. Гидрологический режим реки Амударьи
2. Гидрологический режим реки Кашкадарьи
3. Гидрологический режим реки Вахш
4. Гидрологический режим реки Сырдарьи
5. Гидрологический режим реки Кафирниган
6. Гидрологический режим реки Сурхандарьи
7. Гидрологический режим реки Чирчик
8. Гидрологический режим реки Мургаб
9. Гидрологический режим реки Ахангаран
10. Гидрологический режим реки Зеравшан

Темы самостоятельных работ по курсу «Введение в специальность» для студентов I-ого курса направления «Гидрометеорология»

1. Особенности формирования максимальных расходов воды в условиях Средней Азии
2. Максимальные расходы талых вод рек Средней Азии
3. Изменчивость максимальных расходов талых вод рек Средней Азии
4. Максимальные расходы дождевых вод рек Средней Азии
5. Изменчивость максимальных расходов дождевых паводков рек Средней Азии
6. Межень и ее характеристика
7. Элементы межени
8. Изменчивость объема межени
9. Минимальные расходы воды и факторы, их определяющие
10. Распределение минимальных модулей стока по территории горной области Средней Азии
11. Изменчивость минимальных расходов воды
12. Температура воды
13. Ледовые образования
14. Внутригодовое распределение стока взвешенных наносов

Глоссарий по курсу «Введение в специальность»

1. **Гидрология** - природные воды на Земле и процессы, связанные с водой изучает комплекс наук, объединенных общим названием
2. **Метеорология** - наука об атмосфере, ее строении и составе, тепловом и водном балансе, движении воздушных масс и т.д.
3. **Теплота фазового перехода** - фазовые переходы сопровождаются выделением или поглощением энергии
4. **Круговорот воды в природе** - перемещение во времени и в пространстве всех видов вод вместе с растворенными и переносимыми включениями в атмосфере, по поверхности земли и под ней
5. **Малый влагооборот** - испарившаяся с поверхности океанов и морей влага, конденсируясь, большей частью выпадает в виде атмосферных осадков непосредственно на поверхность океанов и морей
6. **Река** - это водоток значительных размеров, питающийся атмосферными осадками со своего водосбора и имеющий четко выраженное сформированное самим потоком русло.
7. **Бассейн реки** - это часть суши, включающая данную речную систему и ограниченная водоразделом.
8. **Длина реки** — это расстояние вдоль русла, между истоком и устьем реки.
9. **Исток** — мест, начала реки (выход из озера, болота, ледника, родника и т.д.)
10. **Устье (точнее — устьевой створ)** — место непосредственного впадения реки в приемный водоем (океан, море, озеро) или другую реку.
11. **Протяженность речной сети** - сумма длин всех рек в пределах бассейна или какой-либо территории
12. **Продольный профиль реки** — это график изменения отметок дна и водной поверхности вдоль русла.
13. **Половодье** — это фаза водного режима реки, ежегодно повторяющаяся в данных климатических условиях в один и тот же сезон и характеризующаяся наибольшей водностью, высоким и продолжительным подъемом уровня воды.
14. **Паводок** — это фаза водного режима, которая может многократно повторяться в различные сезоны года и характеризуется интенсивным, обычно кратковременным увеличением расходов и уровней воды и вызывается дождями или снеготаянием во время оттепелей.
15. **Межень** — это фаза водного режима, ежегодно повторяющаяся в один и тот же сезон, характеризующаяся малой водностью, длительным стоянием низкого уровня и возникающая вследствие уменьшения питания реки.
16. **Типовой гидрограф** - отражает наиболее общие черты внутригодового распределения расходов воды в реке.
17. **Ледник** — это масса фирна и льда, образовавшаяся путем длительного накопления и преобразования твердых атмосферных осадков и обладающая собственным движением.
18. **Сезонная снеговая линия** - граница между поверхностью, покрытой снегом, и поверхностью, где снега нет
19. **Подземные воды** - воды содержащиеся в земной коре воды, находящиеся в активном взаимодействии с атмосферой и поверхностными водами (океанами и морями, реками, озерами и болотами) и участвующие в круговороте воды на земном шаре.
20. **Эндогенные подземные воды** - образуются в горных породах в результате дегидратации минералов (такие воды называют дегидратационными или «возрожденными») или поступают из магматических очагов.
21. **Инфильтрация** - В зоне аэрации происходит проникновение атмосферных осадков и поверхностных вод в грунт.

22. **Климатология** – это наука о климате, т.е. о многолетнем режиме погодных условий, соответственном определенному месту в зависимости от его географического положения.

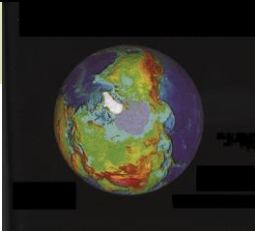


23. **Агроклиматология** - изучает климатические условия возделывания сельскохозяйственных культур.

24. **Медицинская (био) метеорология и климатология** - занимается изучением проблем, связанных с влиянием погоды и климата на организм человека.

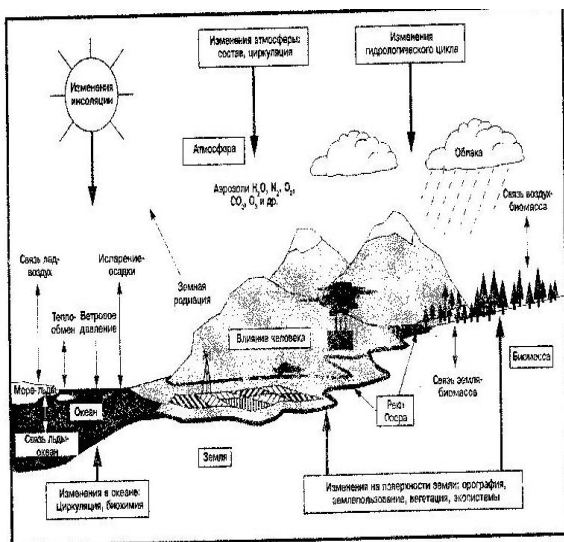
25. **Физика атмосферы (общая метеорология)** - наука о составе и строении атмосферы, физических процессах и явлениях в ней, которые связаны с поглощением и излучением тепла, нагреванием и охлаждением воздуха, закономерностями её движения, процессами испарения и конденсации водяного пара, а также разнообразными оптическими, электрическими, акустическими и другими явлениями.

Слайды

Материал к лекции: «Изменение климата и их последствия»
по курсу «Введение в специальность» студентам гидрометеорологам 1 курс

<p>ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯ</p> <p>Содержание лекции</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое климат? 2. Климаты прошлого и их причины. 3. Понятие о парниковом эффекте. 4. Антропогенное влияние на климат. 5. Как будет меняться климат? 6. Наблюдается ли уже сейчас изменение климата? 7. Климатические сценарии. Тенденции изменения климата и климатические сценарии для Узбекистана. 8. Влияние изменений климата на сток рек. 9. Адаптация человека к условиям изменившегося климата. 10. Ожидаемые последствия при изменении климата. 11. Ответные международные действия на изменение климата. 12. Что можешь сделать ты! 		<p>КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА И ТЕРМИНЫ ПО ТЕМЕ ЛЕКЦИИ</p> <p>КЛИМАТ ИЗМЕНЕНИЯ ТРЕНД</p> <p>ПАРНИКОВЫЙ ЭФФЕКТ</p> <p>СЦЕНАРИИ</p> <p>АНТРОПОГЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ</p> <p>МОДЕЛИ</p> <p>АДАПТАЦИЯ ЭКОСИСТЕМЫ БИОРАЗНООБРАЗИЕ</p> <p>ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ</p> <p>ГЛОБАЛЬНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО</p> <ul style="list-style-type: none"> • ВМО – Всемирная метеорологическая организация • МГЭИК – Межправительственная группа экспертов по изменению климата • ПРООН – Программы развития ООН • РКИК/ООН – Рамочная Конвенция ООН об изменении климата • ПГ – парниковые газы • ГЭФ – Глобальный экологический фонд
<p>Учебный материал по теме лекции</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Алисов Б.П., Полтараус Б.В. Климатология. -М: изд-во МГУ, 1974 2. Будыко М.И. Изменения климата. – Л.: Гидрометеоиздат, 1974 3. Изменения климата. -пер. с англ.- Л.:Гидрометеоиздат, 1980 4. Ососкова Т.А., Хикматов Ф.Х., Чуб В.Е.- Изменение климата (спец. курс).- Ташкент: изд-во Узгидромет, 2005 5. Борзенкова И.И Изменение климата в кайнозое.-.-Л.:Гидрометеоиздат, 1992 6. Изменчивость климата Средней Азии /под ред. Муминова Ф.А., Иногамовой С.И.- Ташкент, 1995 7. Изменение климата (комплект информационных карточек по изменению климата).-ЮНЕП РКИКООН 8. Монин А.С.Введение в теорию климата. - Л.:Гидрометеоиздат, 1982 9. Первое национальное сообщение Республики Узбекистан по Рамочной конвенции ООН об изменении климата. - Ташкент: Узгидромет, 1999 		 <p>ЧТО ТАКОЕ КЛИМАТ?</p> <p>Климат (от греческого слова «klima» - наклон; в частности наклон земной поверхности к солнечным лучам на разных широтах. По Алисову Б.П. Климат – закономерная последовательность метеорологических процессов в зависимости от физико-географических условий и выражающаяся в многолетнем режиме погоды в данной местности.</p>

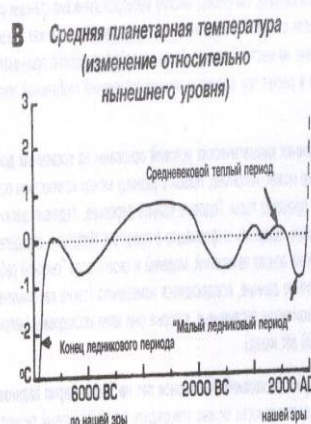
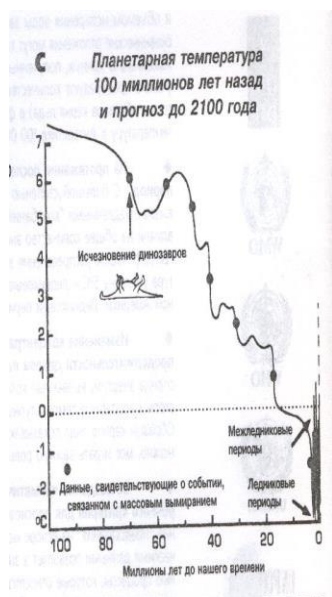
СХЕМАТИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ КЛИМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ



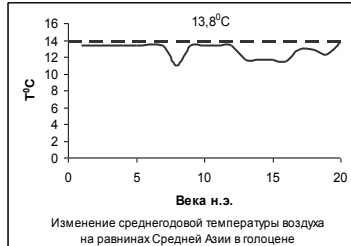
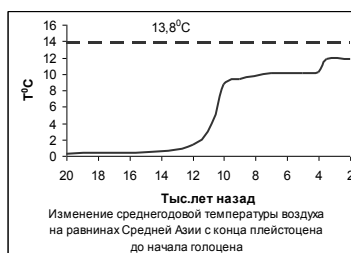
КЛИМАТЫ ПРОШЛОГО И ИХ ПРИЧИНЫ

Эпоха	Время	Климат	Гипотезы, причины	Факторы изменения климата
Палеозой	570-230 млн л.н.	Теплый и, в основном, влажный	Астрономические	Периодичность светимости Солнца
Мезозой	230-65 млн л.н.	Близкий к современным тропикам		
Кайнозой	65-1 млн л.н.	Чередование похолоданий и потеплений	Земные	Изменение поступления в атмосферу вулканической пыли
Плейстоцен	1 млн л.н.	Резкое похолодание и развитие крупных материковых оледенений		
Голоцен	10 тыс л.н.	Чередование потеплений и похолоданий	Изменение рельефа Земли	

ИЗМЕНЕНИЕ ПЛАНЕТАРНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА ЗА 100 МЛН ЛЕТ



ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В СРЕДНЕЙ АЗИИ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 20 ТЫС. ЛЕТ



ПАРНИКОВЫЙ ЭФФЕКТ

На климат Земли влияют:

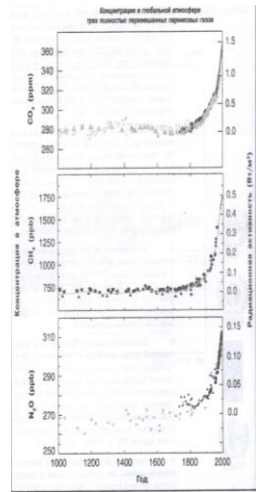
- Приток солнечной энергии (30% ее отражается в космос, 70% нагревает земную поверхность.
- Земля выделяет эту энергию в космос в виде теплового (инфракрасного) излучения.
- «Парниковые газы» (ПГ) в атмосфере задерживают этот вид излучения.
- Основные ПГ – это водяной пар, диоксид углерода, озон, метан и другие промышленные газы.
- Уровни (количества) основных ПГ повышаются вследствие деятельности человека.
- Повышение уровня ПГ приводит к изменению климата.
- Климатическая система должна «приспосабливаться» к повышению уровня ПГ, чтобы сохранить энергетический баланс.
- Процесс приспособление представляет собой глобальное потепление. Даже небольшое увеличение температуры приведет к изменениям облачного покрова, осадков, характера ветров, размеров ледников и стока рек и т.п.

КАК БУДЕТ МЕНЯТЬСЯ КЛИМАТ?

- Согласно разным климатическим моделям в период до 2100 года ожидается глобальное потепление примерно на 1,4-5,8°C.
- Уровень мирового океана повысится на 9-88 см, главным образом из-за таяния материковых ледников.
- Региональные изменения климата более неопределенны. В целом потепление внутриконтинентальных областей будет происходить быстрее, чем в прибрежных зонах.
- Практически повсеместно ожидается увеличение осадков.
- Частота и интенсивность экстремальных погодных явлений изменится. Сократятся холодные периоды, но увеличится возможность засух, более интенсивными станут ветры, ливни и ураганы, более катастрофичными станут наводнения и т.п.

ВЛИЯНИЕ ЧЕЛОВЕКА НА АТМОСФЕРУ В ИНДУСТРИАЛЬНУЮ ЭРУ

- Выбросы ПГ зависят от тенденций в области народонаселения, экономики и техники и в социальной сфере.
- Для принятия решений разрабатываются «сценарии» будущих выбросов ПГ.
- «Меры вмешательства» в соответствии со сценариями направлены на сокращение выбросов ПГ.
- Необходимо сократить, например, выбросы диоксида углерода до уровня 1990 года, для стабилизации уровня CO₂ необходимо снижение этих выбросов в течение последующих 1-2 столетий.

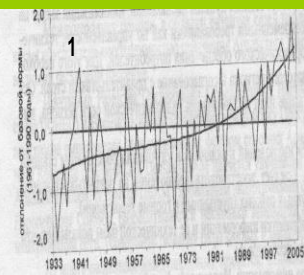


НАЧАЛОСЬ ЛИ УЖЕ ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА?

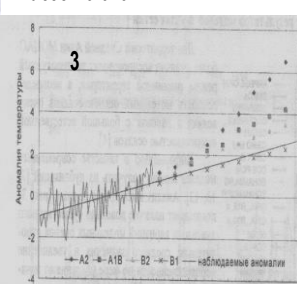
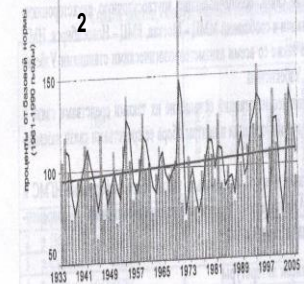
- С конца XIX века средняя температура воздуха повысилась на $0,6 \pm 0,2^\circ\text{C}$.
- Средний уровень моря повысился на 10-20 см.
- Толщина снежного покрова в средних и высоких широтах уменьшилась на 10%.
- Во многих районах мира повысился уровень осадков.
- В целом считается, что потепление за последние 50 лет связано с антропогенной деятельностью.



ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И КЛИМАТИЧЕСКИЕ СЦЕНАРИИ ДЛЯ УЗБЕКИСТАНА



- 1-Изменение среднегодовой температуры воздуха.
- 2-Изменение годовых сумм осадков
- 3-Наблюдаемые и ожидаемые среднегодовые температуры воздуха на равнинах Узбекистана



ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА СТОК РЕК

Оценки вегетационного стока рек-индикаторов в соответствии со сценариями изменениями температуры воздуха и осадков

Река, пост	Норма Q_{veg} м ³ /с	Q_{veg} % от нормы для различных климатических сценариев					
		B2		A2			
		2030 г.	2050 г.	2080 г.	2030 г.	2050 г.	2080 г.
Искань - Мушкыла	128	95	91	91	96	96	90
Читкал - Чарвак	199	95	94	92	94	97	92
Проток в Чарвакском водр.	323	95	93	92	97	97	91
Ахматары - Дотан	36	98	96	95	103	101	91
Падшата - Токсу	9	74	75	74	78	80	77
Чаши Джуктабай	10	58	58	56	62	62	57
Гавасай - Ява	6	57	55	55	61	61	56
Каракулдык - Актан	38	96	97	98	99	101	101
Ясси - Саймалык	37	101	100	97	107	105	96
Дар - Чалме	82	96	98	95	106	108	101
Курсай - Гуляк	25	88	86	84	96	96	87
Зарманы - Душан	256	104	103	102	98	84	88
Кабарманан - Картик	255	99	100	99	99	93	79
Вакш - Хоситомлибад	908	75	72	70	73	69	72
Собоконгу - Тавальдара	266	80	75	62	71	67	62
Кызылку - Силитчи	97	91	90	87	94	89	77

К 2030 году существенны изменение водных ресурсов не произойдет.

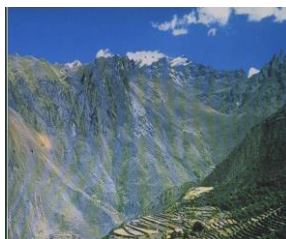
К 2050 году можно ожидать сокращения стока для рек бассейна Сырдарьи на 6-10%, для рек бассейна Амударьи на 10-15%.



АДАПТАЦИЯ ЧЕЛОВЕКА К УСЛОВИЯМ ИЗМЕНИВШЕГОСЯ КЛИМАТА

Наиболее уязвимы к изменению климатических условий районы:

- расположенные в засушливых и полузасушливых климатических зонах;
- страны с большой плотностью населения;
- страны со слабой экономикой.



ОЖИДАЕМЫЕ НЕГАТИВНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ КЛИМАТА

Уровень моря, прибрежные районы:

- к 2100 г. уровень повысится на 9-88 см;
- будут затоплены прибрежные районы;
- более катастрофичными станут наводнения и цунами;
- исчезнут запасы пресной воды в прибрежных районах и в дельтах крупных рек.

Сельское хозяйство:

- деградация земель и сокращение водных ресурсов;
- изменение структуры производства;
- сокращение продуктивности пастбищ.

Биологическое разнообразие:

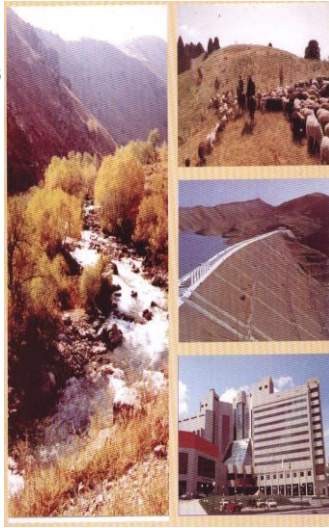
- изменится видовой состав лесов;
- станут более жаркими и засушливыми пустыни;
- в горах экосистемы сдвинутся «вверх по склону» и при ограничении высот вымрут;
- сократится криосфера и деградирует горное оледенение

Здоровье человека:

- тепловые волны приведут к увеличению сердечно-сосудистых и других видов заболеваний;
- увеличение температур воздуха и нехватка воды приведет к увеличению концентрации бактерий и увеличению кишечных заболеваний;
- в более теплых условиях комары, клещи и грызуны расширят свой ареал, что приведет к росту ряда заболеваний.

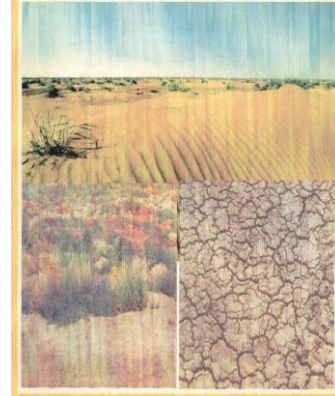
ПОЗИТИВНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ПОТЕПЛЕНИЯ

- Более комфортными станут условия жизни в высоких широтах и на больших высотах в горах.
- В районах с умеренным климатом будут более благоприятные условия для с/х культур.
- Сокращение морского льда увеличит сезон навигаций в северных морях и на реках.
- В горах уменьшится лавинная опасность.
- Уменьшится продолжительность отопительного сезона.



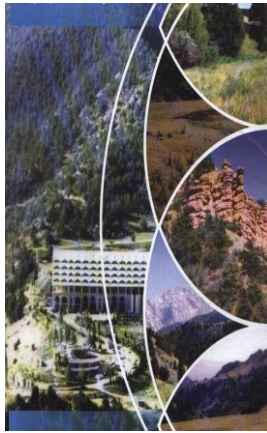
КЛИМАТИЧЕСКИЕ БЕДСТВИЯ И ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

- Высокие температуры воздуха приведут к усилению теплового стресса.
- Учащаются лесные пожары.
- Катастрофичнее станут ураганы, наводнения, селевые потоки и цунами.
- Увеличится число засух.
- Более интенсивными станут процессы опустынивания.



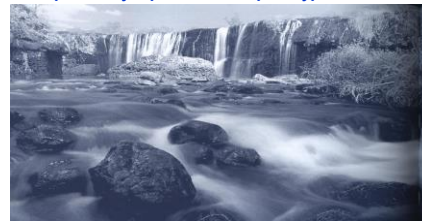
ОТВЕТНЫЕ МЕЖДУНАРОДНЫЕ ДЕЙСТВИЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА

- 1979 г. – Первая Всемирная конференция по климату.
- 1990 г. – создание межправительственной группы экспертов и I-й доклад об изменении климата.
- 1992 г. – Рамочная конвенция ООН об изменении климата (Узбекистан подписал конвенцию в 1993 г.).
- 1995 г. – II-й доклад об изменении климата.
- 1997 г. – Подписание Киотского протокола о стабилизации уровня парниковых газов (Узбекистан подписал протокол в 1998 г.).
- 1999, 2001 гг. подготовлено I-е сообщение РУз по изменению климата.
- 2001 г. – МГЭИК III-й доклад об изменении климата.
- 2008 г. подготовлено II-е сообщение РУз по изменению климата.



ЧТО МОЖЕШЬ СДЕЛАТЬ ТЫ?

- Уходя из помещения выключай свет
- Без необходимости не оставляй включенными приборы (компьютеры, телевизоры и др.)
- Покупай напитки в стеклянной таре
- Сдавай макулатуру, бутылки и т.п. в пункты сбора
- Комнатная температура должна быть не выше 18-20°C
- Не кипятки заполненные до краев чайники и кастрюли
- Не выбрасывай мусор в раковины и туалет
- Бросай мусор в контейнеры и урны



Литература

1. Будыко М.И. Глобальная экология. - М.: Наука, 1977.
2. Владимиров А.М., Ляхин Ю.И., Матвеев Л.Т., Орлов В.Г., Охрана окружающей среды.- Л.: Гидрометеиздат, 1991.
3. Гальперин М.В. Экологические основы природопользования. – М.: Форум-Инфра, 2002.
4. Давыдов Л.К., Дмитриева А.А., Конкина Н.Г. Общая гидрология. – Л.: Гидрометеизда, 1973.
5. Кутурин Н.М. , Беличенко Ю.П. Охрана водных ресурсов проблема современности.- Л.: Гидрометеиздат, 1971.
6. Левин С., Толоконников В.С., Бедер Б.А. Охрана водных ресурсов Узбекистана.- Ташкент: Узбекистан, 1975.
7. Никаноров А.М. Гидрохимия. – Л., Гидрометеиздат, 1989.
8. Никитин Д.П., Новиков Ю.В. Окружающая среда и человек. Издание второе.- М.: Высшая школа, 1986.
9. Ососкова Т.А., Хикматов Ф.Х., Чуб В.Е. Изменение климата (специальный курс по вопросам изменения климата для студентов высших учебных заведений Республики Узбекистан). Ташкент, 2005.
10. Радкевич В.А. Экология. - Минск: Изд-во БГУ, 1977.
11. Риклеф С.Р. Основы общей экологии.- М.: Наука, 1979.
12. Родионов А.И., Клушин В.Н., Тарочешников Н.С. Техника защиты окружающей среды. - М.: Химия, 1989.
13. Самохин А.А., Соловьева Н.Н., Догановский А.М. Практикум по гидрологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1980.
14. Средняя Азия / Под ред. акад. Герасимова И.П. – М.: Наука, 1968.
15. Хотунцев Ю.Л. Экология и экологическая безопасность. - М.: АСАДЕМІА, 2002.
16. Хромов С.П. Метеорология и климатология для географических факультетов. – Л.: Гидрометеиздат, 1968.
17. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология. – М.: Изд-во МГУ, 2001.
18. Чеботарев А.И. Гидрологический словарь. – Л.: Гидрометеизда, 1978.
20. Шульц В.Л. Гидрография Средней Азии. – Ташкент: Изд-во САГУ, 1958.
21. Шульц В.Л. Реки Средней Азии. – Л.: Гидрометеиздат, 1965.

Дополнительная литература

1. Алёкин О.А. Основы гидрохимии. - Л.: Гидрометеиздат, 1970.
2. Войтковский К.Ф. Лавиноведение. – М.: МГУ, 1989.
3. Новиков Ю.В. Экология, окружающая среда и человек. - М.: Фаир-Пресс, 2002.
4. Федоров Е.К. Взаимодействие общества и природы. - Л.: Гидрометеиздат, 1972.
4. www.undp.uz
5. www.gwpcacena.org
6. www.Ziyo.net

Информационное обеспечение курса

1. Электронная версия конспектов лекции по курсу (автор: доц. К.А. Домлажанов)
2. Специальные таблицы, графики, схемы.
3. Специальные приборы и полевая лаборатория для изучения качества природных

вод.