

Лекция 15. ВЛИЯНИЕ ОТБОРА ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

- Интенсивная добыча подземных вод может привести к экологическим последствиям для речных экосистем. Среди негативных последствий можно выделить:
 - уменьшение речного стока;
 - проседание почвы;
 - сокращение видового разнообразия растительности из-за снижения уровня грунтовых вод;
 - развитие карстовых процессов.
- откачка подземных вод может спровоцировать процесс апвеллинга - приток высокоминерализованных, глубоко залегающих грунтовых вод в пресные водоносные горизонты;
- вызвать вторжение морской воды в прибрежные водоносные горизонты;
- значительный подъем уровня грунтовых вод, вызванный человеческой деятельностью, может привести к затоплению инфраструктуры.

Пример проседания грунта в Пинске

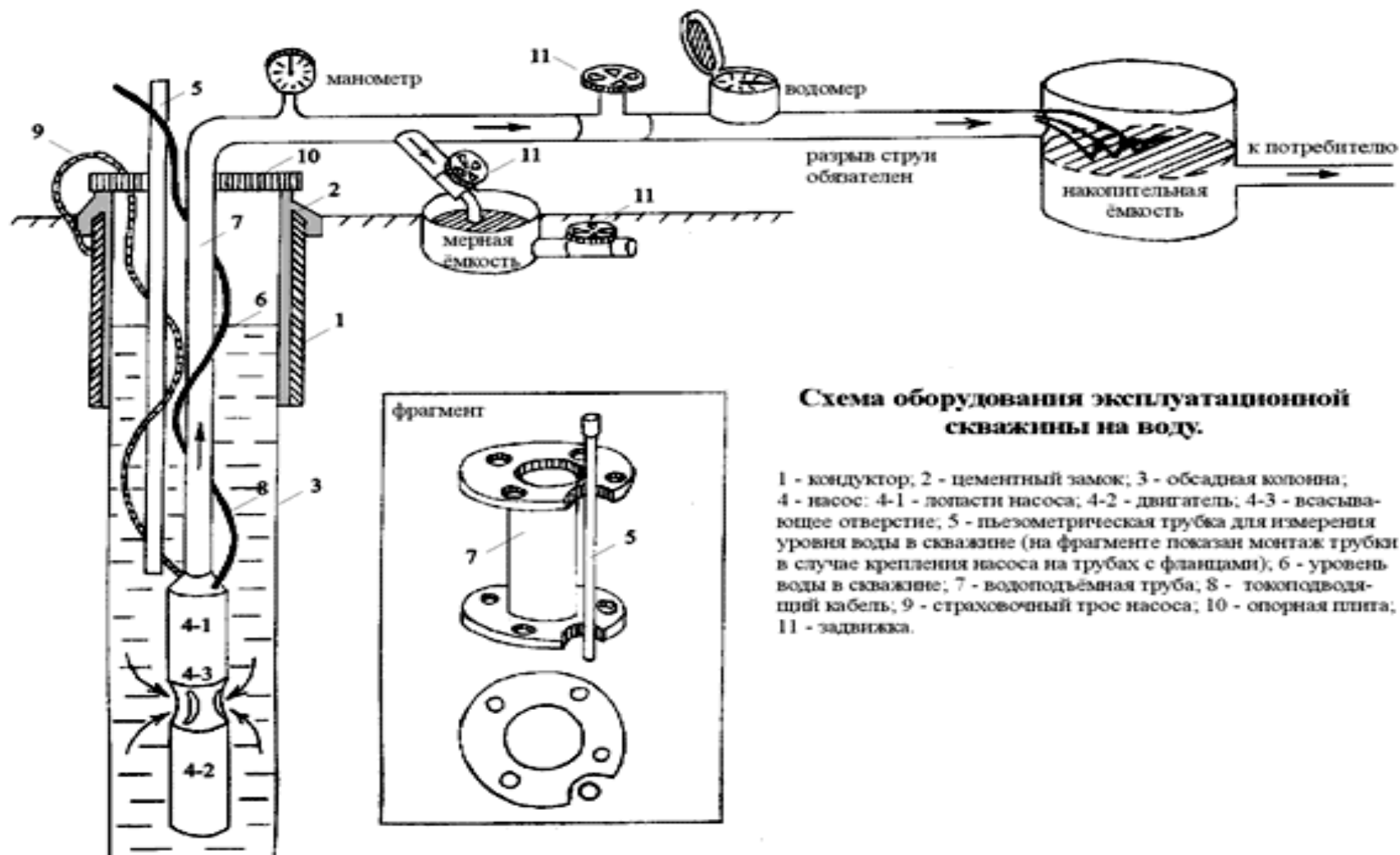


Причины провалов грунта

Разнообразные подземные полости могут оказаться бомбами замедленного действия, тикающими под городской жизнью



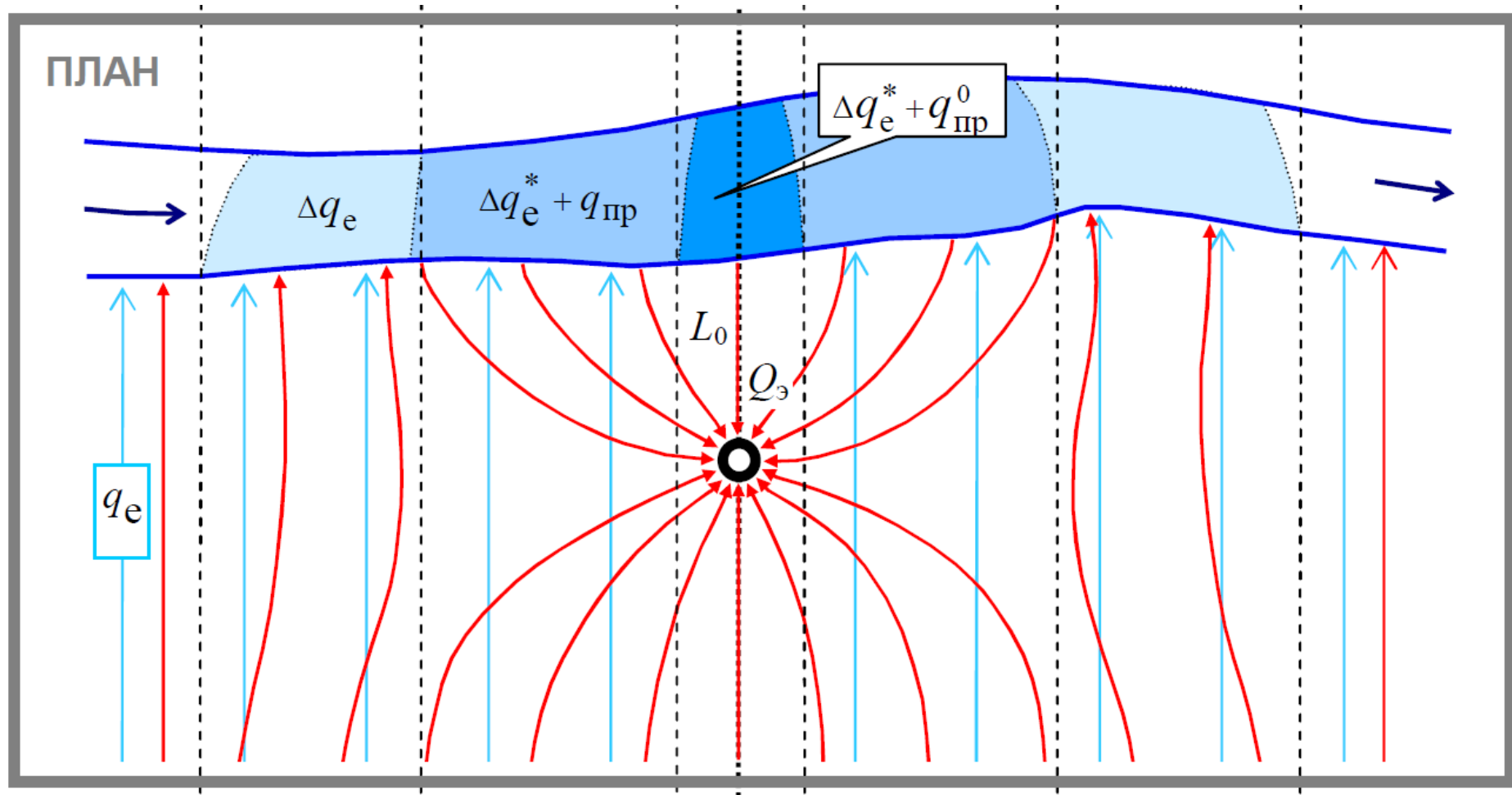
Отбор подземных вод производится скважинами. Схема оборудования эксплуатационной скважины на воду



Влияние на речной сток и озера

- Наиболее значительными экологическими последствиями отбора подземных вод, помимо истощения их запасов, снижения их уровня и образования депрессионных воронок, являются изменения взаимосвязей между подземными водами и поверхностным стоком
- Это важно учитывать при оценке запасов и экологических последствий работы береговых водозаборов так называемую инфильтрационного типа
- В большинстве случаев при эксплуатации подземных вод, гидравлически связанных с реками, происходят изменения речного стока.

Схема, поясняющая ущерб речному стоку при работе приречного водозабора



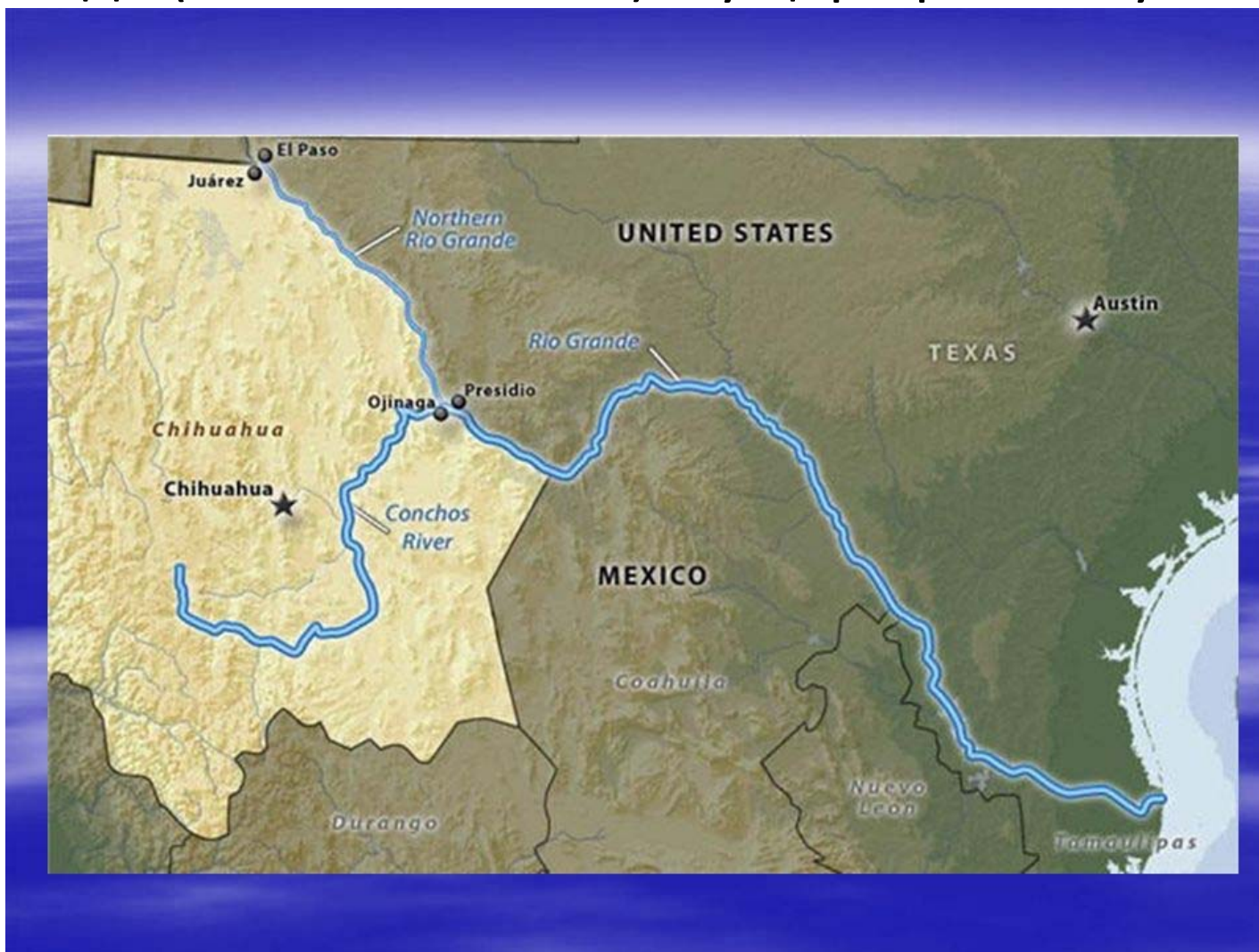
Ущерб речному стоку 1

- В большей степени ущерб сказывается на реках, дренирующих нижнюю толщу зоны пресных вод, сложенную карбонатными породами каменноугольного возраста, к которой приурочены основные эксплуатируемые водоносные горизонты.
- В отдельные меженные периоды маловодных лет сокращение речного стока в результате интенсивной эксплуатации дренируемых водоносных горизонтов может быть весьма существенным.

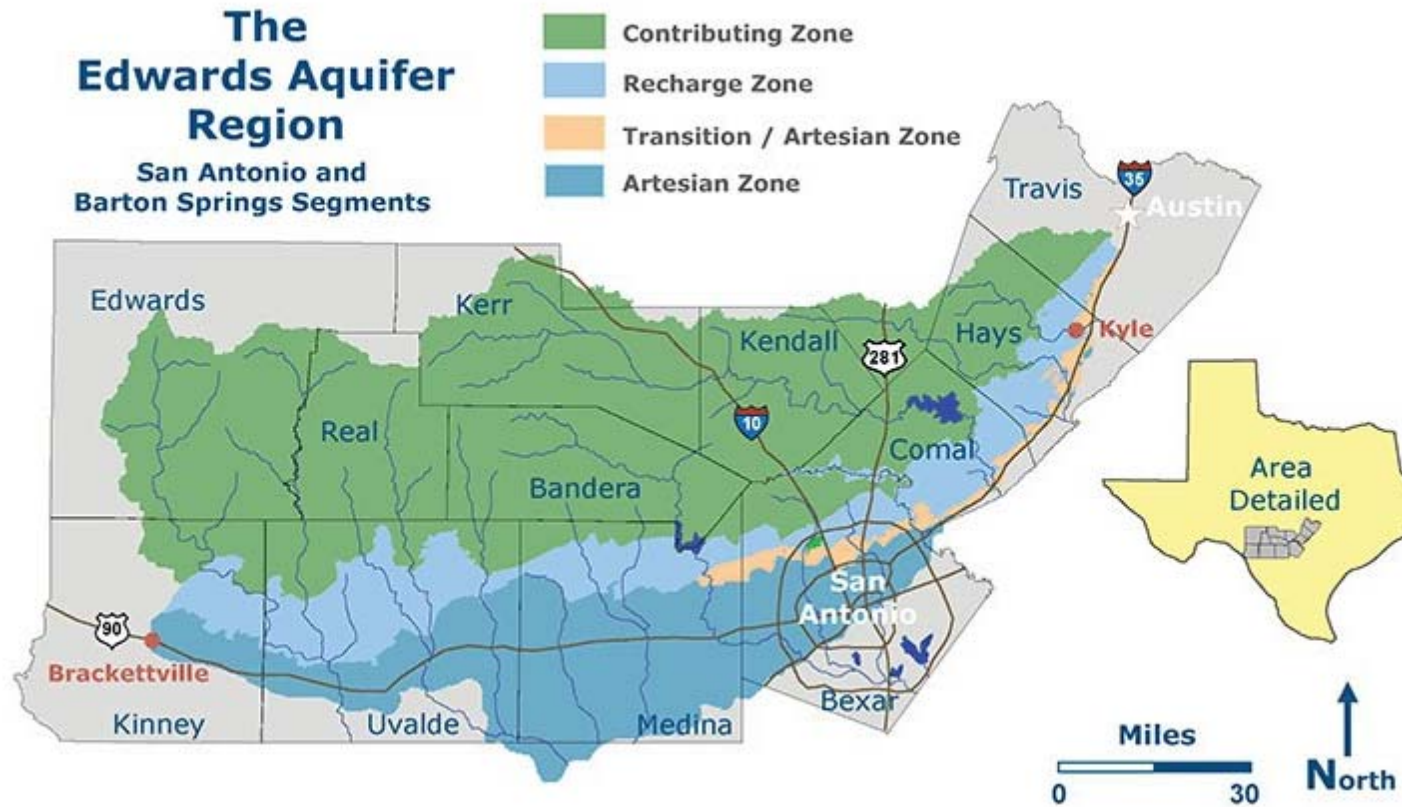
Ущерб речному стоку 2

- В отдельных случаях под влиянием водоотбора в результате существенного изменения взаимосвязи напорных и верхних безнапорных горизонтов между собой и с рекой наблюдается активизация геодинамических процессов в береговой зоне.
- На отдельных участках рек, особенно в верховьях малых рек и ручьев, наблюдается увеличение расхода, вызванное сбросом в них отработанных (использованных) подземных вод
- Значительное снижение расходов рек на участках, где сосредоточены крупные водозаборы подземных вод, зафиксированы Англии, США и других странах

Влияние отбора подземных вод на речной сток хорошо прослеживается на примере реки Рио-Гранде (США – Мексика) и ущерб речному стоку



Водоносный бассейн Edwards, США



В конце 1980-х и начале 1990-х годов откачка подземных вод была прекращена по решению суда с целью защитить водные экосистемы, находящиеся под угрозой из-за уменьшения стока

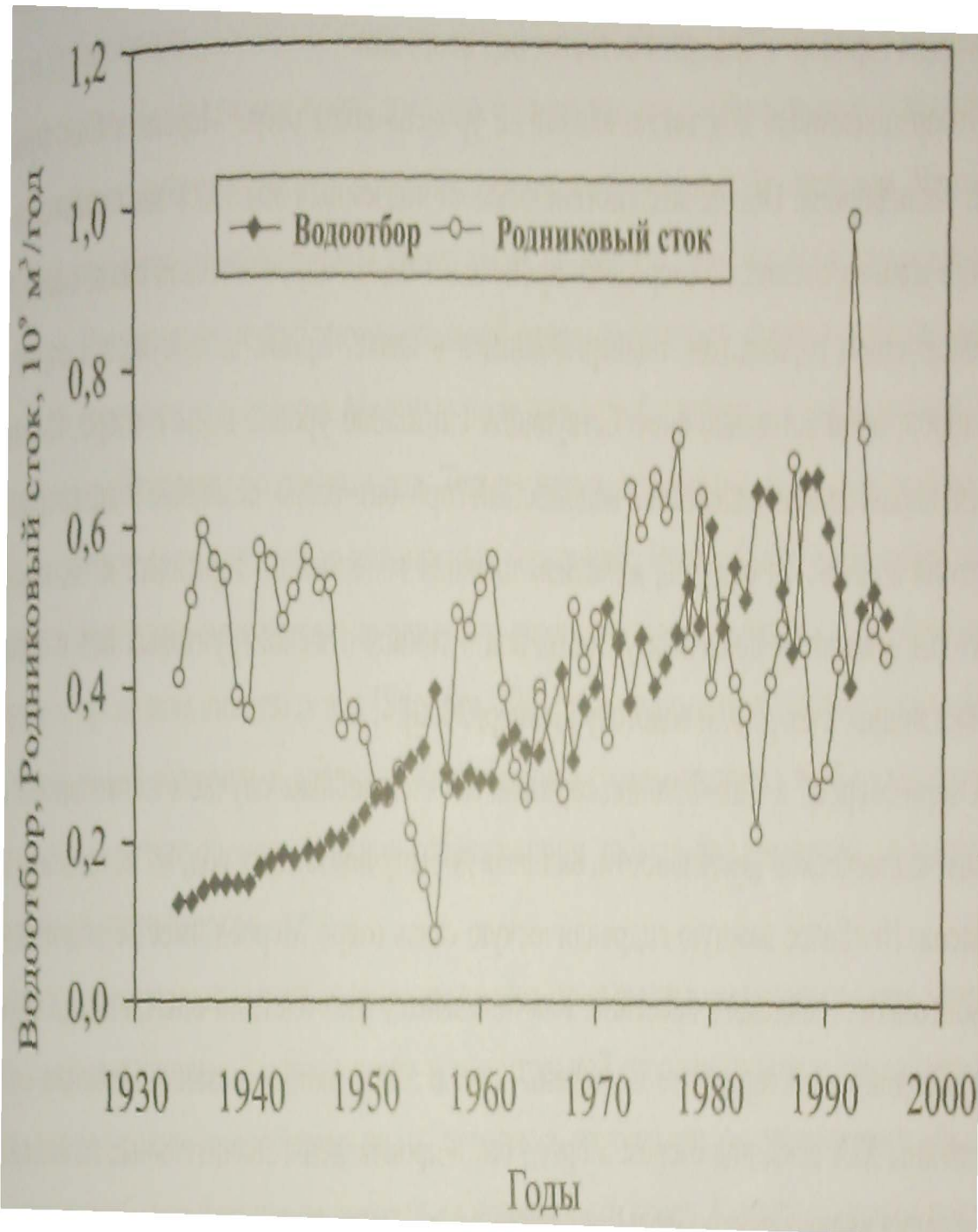


График
изменений
источников и
откачка
грунтовых вод в
пределах
водоносного
горизонта
Эдвардса, штат
Техас

Жизнеспособность
находящихся под угрозой
водных экосистем
горизонта Эдвардса
остается под вопросом

Проблема озера Мерсед, Сан Франциско



Негативное воздействие человеческой деятельности, включая добычу подземных вод, на истощение водных запасов

Снижение уровня воды в озере Мерсед 1

- Озеро - основной источник воды для местных полей, для гольфа, парков и кладбищ.
- Уровень грунтовых вод в регионе упал с 3 м над уровнем моря в 1949 году до 43 м ниже уровня моря в 1990 году.
- Озеро Мерсед с 1989 года потеряло половину своего объема, и экологические последствия были значительными.
- Снижение уровня воды в озере являем предметом постоянных научных, юридических и политических споров.

Снижение уровня воды в озере Мерсед 2

- Основными причинами снижения уровня воды в озере являются откачка грунтовых вод и урбанизация. Последнее снижает уровень в основном за счет перераспределения дождевого стока.
- Подавляющая часть дождевого стока уходит в канализационную систему города и системы ливневого стока, оставляя водоносный горизонт без питания.
- К экологическим последствиям относится непрерывное снижение численности популяции форели в озере.
- Рыба, которая вылавливается из озера, то она приобрела неприятный вкус из-за водорослей, которые сильно разрослись в некоторых частях озера



Проблемы бассейна реки Редвуд Крик, северная Калифорния, США

- Сухой климат и добыча подземных вод в районе притока реки, осушали русло реки. Наиболее существенное влияние снижение речного стока оказало на популяции рыб (лососевых)
- Во время засухи 1988-1991 годов длина участков, на которых сохранялась вода, снизилась примерно до 23% своей исторической средней величины

Влияние отбора воды из реки Косамнес, Калифорния

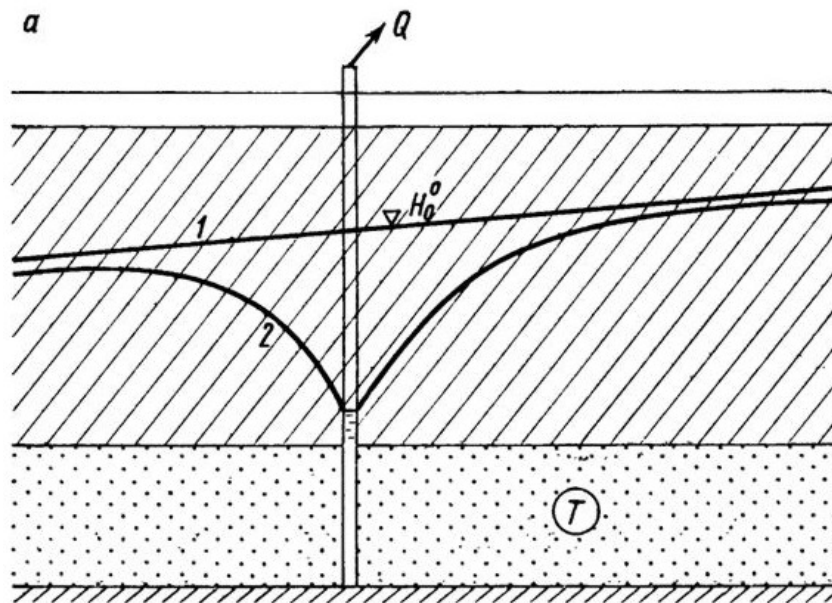
- Река Косамнес, Калифорния относительно невелика. Ее среднегодовой сток составляет около 450 млн.м³.
- Крупномасштабная добыча подземных вод фермерами по берегам реки Косамнес вызвала снижение уровня грунтовых вод до высотына 17 м ниже дна русла реки, лишив реку возможности питания во время сухого сезона.
- Пострадали туризм и рыболовство
- Такое сокращение речного стока ставит под угрозу выживание чавычи В данный момент идет восстановление реки Косамнес за счет воды из реки Американ-Ривер, направляемой в реку Косамнес

Примеры последствий чрезмерного отбора воды на речной сток в СНГ

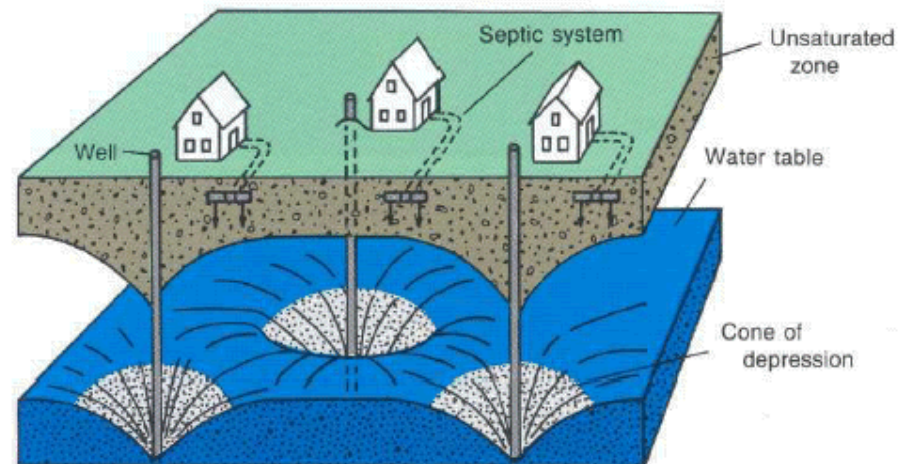
- Влияние эксплуатации водозаборов подземных вод и осушение месторождений в Московском артезианском бассейне, на территории Курской магнитной аномалии, Донбасса, при добыче бокситов и каменного угля на Урале, полиметаллических руд на склонах хребта Каратау в Казахстане
- В начале XX века величина отбора подземных вод в центральной части Московского артезианского бассейна составляла $\sim 0,3$, а к концу 60-х годов - более $27 \text{ м}^3/\text{с}$
- В результате эксплуатации в основном каменноугольном водоносном горизонте, появились депрессионные воронки до 70-100 м в районе г. Москвы

Воронки депрессии

Воронка депрессии для
одиночной скважины



Воронки депрессии для
системы скважин



Регион Курской магнитной аномалии

- На территории КМА включая Белгородский, Новооскольский, Старооскольский и Михайловский железорудные районы) разрабатывались железорудные месторождения под защитой водоотлива и эксплуатировались водозаборы подземных вод для гг. Курск, Орел, Белгород, Губкин, Харьков. В Старооскольском железорудном районе водопонижительные работы на Лебединском карьере были начаты в 1957 году, на Южно-Лебединском - в 1968-м, на Стойленском - в 1963 году.
- За десять лет эксплуатации месторождений произошли значительные изменения подземного питания р. Осколец. Оно сократилось на 24% по сравнению с многолетним значением естественного годового стока. В 1968 году суммарный водоотлив из трех карьеров составил 7 тыс. м³/час, а потери воды из р. Осколец - 1,7-2,0 тыс.м³/час

Североуральские бокситовые месторождения в бассейне р. Сосьвы

- Месторождения приурочены к сильно закарстованным карбонатным породам и по величине водопритоков являются наиболее обводненными.
- Освоение Североуральского месторождения началось в 1933 году. Доля речных вод в водоотливе нарастала с 32% в 1944 году до 70% в 1960 году.

Влияние отбора подземных вод на речной сток в Беларуси 1

- Проблема влияния отбора подземных вод на речной сток впервые возникла в 1974.году, когда прекратился меженный сток р. Волмы на участке 7 км и частично были осушены пруды в этом районе на четвертый год эксплуатации одноименного водозабора
- Река из постоянного превратилась во временный водоток с отсутствием стока в межень. В 1975 году полностью пересохли пруды, а в 1976 году болото, расположенное в центре участка водозабора.
- При отборе подземных вод из днепровско-сожского водоносного горизонта прекратился меженный сток в верховьях рек Слепня, Цна, Лошица, Тростянка и Усяжа. Длина водотоков уменьшилась: р. Слепня - на 11 км, р. Цна - на 2 км, рек Лошица и Тростянка - на 6 км. В тоже время сток р. Цна прекратился в межень на двух участках.

Влияние отбора подземных вод на речной сток в Беларуси 2

- В начале 80-х гг. в зоне влияния 32 действующих водозаборов протекало 29 малых рек.
- Было установлено, что на 19 действующих водозаборах дебит обеспечивался за счет сокращения речного стока менее чем на 25%, на 8 водозаборах - около 50 % и на 5 водозаборах - более 50%.
- В результате влияния водоотбора подземных вод сток половины рек изменился на 25%, по 8 рекам он уменьшился более чем в 2 раза, а на 5 реках полностью прекратился

Влияние на растительность

- Влияние снижения уровня грунтовых вод на растительность определяется тем, какой режим водного питания растений преобладает - автоморфный или гидроморфный
- Максимальная глубина проникновения корней для сосны не превышает 3 м (лишь в одном из 17 определений она составляет 3,9 м), для дуба - 5,1 м, для липы - 2,5 м, для березы - 3,4 м, для осины - 4,4 м
- Аналогичный порядок глубин проникновения корней известен и для травянистых и культурных растений
- Оптимальная глубина залегания грунтовых вод для хлопчатника составляет в среднем за вегетацию 1,2-1,5 м, для большинства овощных культур - от 0,7 до 1,5 м, для фруктовых садов – 2-3 м

Последствия чрезмерного отбора подземных вод

- Известны случаи, когда отбор подземных вод приводит к осушению и даже исчезновению низинных болот, что вызывает угнетение болотной фауны и флоры, отмирание гидрофитной болотной растительности или изменение ее вида.
- Во многих районах отмечается гибель гидрофитов и значительное угнетение фреатофитов
- Сложная ситуация возникла в устье р. Гвадалквивир, Испания в результате крупного водоотбора подземных вод площадь болотных массивов сократилась с 200 до 27 тыс. га, что отрицательно повлияло на места отдыха птиц при перелетах из Европы в Африку и обратно

Положительная роль отбора подземных вод

- В ряде случаев эксплуатация подземных вод приводит к дренированию переувлажненных земель и тем самым оказывает положительное влияние на урожайность трав на заливных приречных лугах и на их видовой состав
- Восточнее г. Фурберга за 25 лет эксплуатации подземных вод их уровень понизился на 4 м, в результате чего мелкоосоковое болото с 15 видами растений превратилось в клеверный луг
- В большинстве же случаев деградация окружающей среды вследствие отбора поверхностных и подземных вод может нанести существенный экономический ущерб, уменьшает эстетическую и рекреативную функцию природных сообществ

Крупный отбор подземных вод в береговых зонах морей и развитие интрузий морских вод в берега

- Интрузия морских вод происходит в прибрежных водоносных горизонтах, подвергающихся откачке. Это неизбежно ведет к труднообратимому загрязнению пресных вод водоносных горизонтов
- в прибрежных городах округа Лос-Анджелес вторжение соленой воды в прибрежные водоносные горизонты возникло еще с 1920-х годов
- Интрузия морской воды в прибрежные водоносные горизонты округа Монтерей в Северной Калифорнии началась с середины XX века