

**ПРИОРИТЕТНЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ «ОБРАЗОВАНИЕ»  
РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ**

---

**Е.В. СТАНИС, М.Г. МАКАРОВА**

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА  
ПРИРОДНЫХ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ  
ПОТЕНЦИАЛОВ ТЕРРИТОРИИ**

**Учебное пособие**

**Москва**

**2008**

*Инновационная образовательная программа  
Российского университета дружбы народов*

**«Создание комплекса инновационных образовательных программ  
и формирование инновационной образовательной среды,  
позволяющих эффективно реализовывать государственные интересы РФ  
через систему экспорта образовательных услуг»**

Экспертное заключение –

доктор геолого-минералогических наук, профессор *В.Д. Скарятин*

**Станис Е.В., Макарова М.Г.**

Комплексная оценка природных и производственных потенциалов территории: Учеб. пособие. – М.: РУДН, 2008. – 356 с.: ил.

Учебное пособие рассматривает наиболее актуальные вопросы ресурсоведения, закономерности размещения природно-ресурсного потенциала, ресурсное обеспечение производственных потенциалов территорий. В пособии даются методические подходы к комплексной оценке природно-ресурсного потенциала территории с геоэкологических позиций с учетом проблем охраны природной среды и рационального природопользования.

Для магистров в области экологии и природопользования, а также студентов старших курсов экологических и географических специальностей.

***Учебное пособие выполнено в рамках инновационной образовательной программы Российского университета дружбы народов, направление «Комплекс экспортноориентированных инновационных образовательных программ по приоритетным направлениям науки и технологий», и входит в состав учебно-методического комплекса, включающего описание курса, программу и электронный учебник.***

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение .....</b>	<b>5</b>
<b>Раздел 1. Общая характеристика природных ресурсов. ....</b>	<b>6</b>
1.1. История освоения природных ресурсов .....	6
1.2. Виды природных ресурсов. ....	24
Литература к разделу 1. Общая характеристика природных ресурсов. ....	28
<b>Раздел 2. Минеральные и энергетические ресурсы .....</b>	<b>29</b>
2.1 Минеральные ресурсы (полезные ископаемые) .....	29
2.2. Главнейшие геолого-промышленные типы месторождений металлических и неметаллических полезных ископаемых .....	38
2.2.1. <i>Классификация месторождений полезных ископаемых</i> .....	38
2.2.2 <i>Металлические полезные ископаемые</i> .....	42
2.2.3 <i>Неметаллические полезные ископаемые</i> .....	58
2.3. Энергетические ресурсы. ....	68
2.3.1 <i>Структура мирового энергопотребления</i> .....	68
2.3.2. <i>Углеводородные ресурсы - нефть и газ.</i> .....	73
2.3.3. <i>Распределение углеводородного сырья в мире</i> .....	76
2.3.4. <i>Запасы и месторождения углеводородов Мирового океана</i> .....	81
2.3.5. <i>Уголь и горячие сланцы</i> .....	89
2.3.6. <i>Ядерная энергия</i> .....	97
2.4. Геоэкологические проблемы добычи и переработки минерального и энергетического сырья .....	101
2.5. Альтернативные источники энергии (нетрадиционные ресурсы) .....	119
2.5.1. <i>Нетрадиционные источники энергии.</i> .....	119
Литература к разделу 2. Минеральные и энергетические ресурсы .....	130
<b>Раздел 3. Климатические ресурсы .....</b>	<b>137</b>
3.1. Общая характеристика климатических ресурсов. ....	137
3.2. Агроклиматические ресурсы. ....	140
3.3. Климатические ресурсы как факторы экономического благосостояния .....	157
3.4. Роль современного климата в решении проблемы продовольственной безопасности России и влияние климатических изменений 21 века на климатический потенциал России. ....	163
3.5. Климат как рекреационный ресурс .....	169
Литература к разделу 3. Климатические ресурсы .....	174
<b>Раздел 4. Водные ресурсы .....</b>	<b>176</b>
4.1. Водные ресурсы – один из важнейших ресурсов геосферы .....	176
4.1.1. <i>Общая характеристика водных ресурсов.</i> .....	176
4.1.2. <i>Экологические проблемы гидросферы Земли.</i> .....	186
4.2. Воды Мирового океана. ....	202
4.3. Поверхностные и подземные воды суши .....	210
Литература к разделу 4. Водные ресурсы .....	212

<b>Раздел 5. Земельные и лесные ресурсы. ....</b>	<b>214</b>
5.1. Земельные ресурсы.....	214
2.5.1. <i>Земельный фонд мира и его структура.</i> .....	214
5.1.2. <i>Земельный фонд России</i> .....	220
5.1.3. <i>Почвенные ресурсы мира.</i> .....	223
5.1.4. <i>Проблемы деградации почвенного покрова.</i> .....	227
5.2. Лесные ресурсы мира. ....	244
5.2.1. <i>Общая характеристика лесных ресурсов.</i> .....	244
5.2.2. <i>Современные проблемы лесопользования.</i> .....	250
5.2.3. <i>Лесные ресурсы России.</i> .....	258
5.2.4. <i>Лесной мониторинг. Лесная сертификация, охраняемые лесные территории.</i> .....	268
Литература к разделу 5. Земельные и лесные ресурсы.....	284
<b>Раздел 6. Оценка природно-ресурсного потенциала (ПРП). ....</b>	<b>286</b>
6.1. Общая характеристика ПРП. ....	286
6.2. Общие вопросы экономической оценки природных ресурсов .....	292
6.3. Системы учета и оценки отдельных видов ресурсов.....	297
6.3.1. <i>Учет минеральных ресурсов.</i> .....	297
6.3.2. <i>Основные принципы ведения ГБЗ.</i> .....	298
6.3.3. <i>Основные принципы ведения ГКМ.</i> .....	300
6.3.4. <i>Учет месторождений запасов/ресурсов полезных ископаемых в зарубежных странах.</i> .....	302
6.3.5. <i>Земельный кадастр.</i> .....	306
6.4. Комплексный учет и оценка природных ресурсов (природно-экологического потенциала территорий).....	316
Литература к разделу 6 Оценка природно-ресурсного потенциала (ПРП).....	320
<b>Описание курса и программа.....</b>	<b>323</b>

## **Введение**

В основе любой комплексной оценки природных и производственных потенциалов территорий должен лежать постулат, продекларированный в докладе ООН в 1989г. «Наше общее будущее», который отражает основную идею устойчивого развития – никто не имеет право лишать будущие поколения ресурсной базы существования. На сегодняшний день основной проблемой всего мирового хозяйства является конечность запасов большинства природных ресурсов, при этом мировые рынки сырья и инвестиционные проекты в области недропользования поделены, а их наиболее привлекательные сектора отличаются высоким накалом конкурентной борьбы. Глобализация мирового минерально-сырьевого комплекса является объективно состоявшейся реальностью. Прогнозируемый в XXI веке рост мирового потребления всех природных ресурсов, в том числе минерально-сырьевых, вызывает необходимость выработки всеми промышленно развитыми государствами новой экономической стратегии в природопользовании и новой минерально-сырьевой экономической политики с целью защиты своих интересов в области ресурсного обеспечения производственных потенциалов территорий.

## Раздел 1

# ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

### 1.1. История освоения природных ресурсов

Если обратиться к наиболее общему определению природных ресурсов, данному А. А. Минцем: «естественные ресурсы... тела и силы природы, которые на *данном уровне развития производительных сил* и изученности могут быть использованы для удовлетворения потребностей человеческого общества в форме непосредственного участия в материальной деятельности» - и обратить внимание на выделенные слова на данном уровне развития производительных сил, то становится ясно, что **природные ресурсы** – понятие историческое. Часто их характеризуют как пространственно-временную категорию, чей объем различен в различных районах земного шара и на разных стадиях социально-экономического развития общества.

Тела и явления природы выступают в качестве определенного ресурса в том случае, если в них возникает потребность. Но потребности, в свою очередь, появляются и расширяются по мере развития технических возможностей освоения природных богатств. Например, нефть была известна как горючее вещество еще за 600 лет до н. э., но в качестве топливного сырья в промышленных масштабах ее начали разрабатывать лишь с 60-х годов XIX столетия.

В первобытнообщинном обществе потребности человека и его возможности освоения природных богатств были весьма скромными и ограничивались собирательством, охотой на диких животных и рыбной ловлей. Плотность населения напрямую зависела от запасов биоресурсов, которые были выше в регионах с теплым и влажным климатом. Преобладающий вид крупного млекопитающего, основного объекта охоты, определял своеобразную «специализацию» древних охотников. К первым

освоенным человеком природным ресурсам следует отнести также леса – источники древесины для строительства жилищ и получения дров.

Археологи фиксируют появление у человека культурных растений около 10-12 тысяч лет назад, что означает переход от присваивающего типа хозяйства к производящему и начало земледелия и скотоводства. С точки зрения природопользования это означает, что природными ресурсами становятся земля и почвы, а необходимость изготовления орудий труда и строительство жилья включают в их состав первые полезные ископаемые и строительные материалы.

Возникновение земледелия представляется столь внезапным, что получило название неолитической революции. С этой эпохой связаны две загадки в истории природопользования: почему человек перешел к земледелию и почему он выбрал именно злаковые культуры как основу своей растительной пищи.

Рассматривая первый вопрос, знаток истории земледелия Ю.Ф.Новиков [1] рассказывает, как однажды правительство Бразилии решило обучить земледелию индейцев племени бороро. Их наделили землей и в избытке семенами, орудиями и, конечно, инструкторами. Последние на глазах индейцев взрыхлили и засеяли землю, подробно разъяснили, какие теперь дары она принесет, и какие еще льготы даст для индейцев бразильское правительство. Но стоило только инструкторам удалиться, как бороро выкопали, и с аппетитом съели посаженные клубни и семена. А после отправились в джунгли, чтобы с помощью розданных для расчистки леса топоров добраться до высоко растущих плодов.

Некоторые историки полагают, что к земледелию человек перешел, чуть ли не шутя: собирал диких предшественников современных культурных растений, ел их, семена попадали на удобренную фекалиями возле жилищ почву, прорастали, чутко отзывались на уход. Отсюда лишь шаг к их возделыванию.

Принудить к земледелию, считают другие, могло истощение возможностей охоты, собирательства, скотоводства и рыболовства. Но эти способы пропитания в ряде мест не исчерпаны до сих пор. Многие народы до сих пор успешно живут за счет сбора плодов диких растений. В пустыне Калахари кочевники собирают дикие арбузы, а индейцы области Великих озер — дикорастущий водяной рис. Жители Огненной Земли разыскивают скопления моллюсков или выброшенного на берег кита. Обнаружив, останавливаются и живут до тех пор, пока не будет съедена вся туша. Переходить к земледелию они не хотят.

Неизвестно, почему человек не обратился к земледелию в более ранние межледниковые эпохи, но в холодное время, принимаемое за окончание последнего оледенения, следы земледельческой культуры обнаруживаются у разных народов в самых разных районах земного шара.

Для ученых так же неясен выбор культур, которые стал культивировать человек. Ничего, равного неолитической пшенице, рису, кукурузе, гороху, льну, хлопчатнику и сое выведено с тех пор не было. Кроманьонского селекционера за все последующие тысячелетия превзойти не удалось. «Сколько бы мы ни культивировали дикий ячмень, — писал Н. И. Вавилов, — так же, как и дикую пшеницу и овсюг, они... остаются отличными от культурных форм, что делает самую роль их как прямых родоначальников более чем сомнительной»[2]. Ни из какого вида культурного растения или домашнего животного еще никогда не получался другой культурный вид. Подавляющее большинство культурных растений даже неизвестно в диком состоянии. Если же их дикие родственники и есть, то никаких переходных форм между ними и культурными видами не обнаруживается. Согласно академику В.Л.Комарову [3], громадное количество культурных растений в диком состоянии вообще никогда и нигде не встречалось, а такие культуры, как маис, финиковая пальма, банан, хлебное дерево даже не способны без человека к опылению и рассеиванию семян. Картофель, ананас, батат, маниок не могут успешно размножаться семенами.



Почти все возделываемые культуры уже изначально требуют искусственного полива, что предполагает развитие орошаемого земледелия и использование еще одного вида природного ресурса – воды для орошения [4].

Таким образом, становление производящего хозяйства включило в перечень древнейших природных ресурсов землю (пахотные земли, пастбища и сады), почвы и воду рек.

О географии древнего земледелия можно судить на основе анализа центров происхождения культурных растений. Н.И.Вавилов [2] выявил семь основных центров происхождения культурных растений. Из *Средиземноморского* центра берут начало многие овощные культуры, включая свеклу, репу, капусту. Кавказ, Переднеазиатские нагорья, Пенджаб, Кашмир, Таджикистан образуют *Юго-западноазиатский* центр. Он дал пшеницу, рожь, горох, горчицу, большинство плодовых культур Европы. Из горных районов *Южного Китая* распространились гречиха, соя, редька, грецкий орех, многие цитрусовые. Огурец, суходольный рис и некоторые цитрусовые вышли из *Восточных Гималаев, горной Индии и Бирмы*. *Эфиопское нагорье* явилось родиной кофейного дерева и ячменя, а на *Мексиканском нагорье* были окультурены хлопчатник и кукуруза. Картофель и томаты получены с *западных склонов Анд*. У многих видов культурных растений оказалось два или три Центра происхождения.

Все садовые деревья и кустарники Европы образуют на склонах Кавказа, гор Передней и Средней Азии, Гиндукуша, Каракорума, Гималаев буквально целые орехово-плодовые леса. Алма-Ата, например, в переводе так и означает «отец яблок» или просто «яблочное», поскольку город был окружен лесами из дикой яблони. Встречаются заросли дикого абрикоса. В подлеске немало тенелюбивых видов кизила, лавровишни, лещины. До сих пор, выкорчевывая деревья для своей пахоты, земледелец щадит лучшие плодовые деревья. На полях нередко можно видеть оставленные от прежних

лесов яблони и груши. Возникает начальная форма садоводства - одной из основных форм современного землепользования (рис.1.1).



**Рис.1.1. Древнейшие очаги земледелия**

Антрополог В.П.Алексеев [5] установил, что с вавилонскими центрами появления культурных растений были связаны географические очаги формирования человеческих рас. Наиболее ранние следы земледелия обнаружены в Палестине и Месопотамии. На рубеже X тыс. до н. э. здесь господствовала дубово-фисташковая лесостепь с обилием диких злаков и зернобобовых [6]. Среди них встречались дикие виды пшеницы и ячменя. На раскопках найдены их окультуренные зерна, многочисленные зернотерки и ступки, серпы, печи для выпечки хлеба. Жители разводили быков, коз, овец, собак, свиней, ослов, даже антилоп впрягали в плуги. Знали письменность и кузнечное дело. Высокого искусства достигала обработка обсидиана. Из кирпича строились первые на Земле города и храмы с мозаикой [7].

В свое время Н. И. Вавилов высказал мысль, что индикаторами мест зарождения земледельческих культур, а значит, и цивилизаций могут являться очаги современного сортового богатства культурных растений. Его экспедиции показали, что набор культурных злаков Ближнего Востока и Средиземноморья поразительно беден. Он существенно возрастает по

направлению к Закавказью и Армянскому нагорью. Отсюда поступал обсидиан, могли поступать и элементы земледелия. Но и Армянское нагорье не ставит рекорд по количеству сортов возделываемой пшеницы. Восточнее, в Афганистане, оно еще более возрастает. Наконец, на небольшом пространстве между *Гиндукушем и Западными Гималаями*, на протяжении всего нескольких сот километров, население возделывает поразительное разнообразие главного хлеба Земли — мягких сортов пшеницы. Некоторые из них больше на Земле нигде не встречаются. Здесь же сконцентрировано и все мировое разнообразие зерновых бобовых растений, льнов, моркови.

Бедно сортами культурных растений оказалось также древнее орошаемое земледелие Египта и Месопотамии. Они явно заимствованы из верховьев Белого и Голубого Нила, истоков Тигра и Евфрата.

Другой очаг большого разнообразия культурных злаков был обнаружен Н. И. Вавиловым на *Эфиопском нагорье*. Количество возделываемых на нем твердых сортов пшеницы и ячменя, превосходит все их разнообразие во всех остальных странах земного шара. Ряд культур нигде более не встречается. Среди них хлебный злак тэфф, фиолетовозерная пшеница, масличный нут. Лен возделывается не ради масла и волокна, а как хлебное растение, на муку. Такое разнообразие культурных злаков не может не свидетельствовать о распространении их отсюда в уже обнаруженные очаги древнего земледелия.

Задолго до недавнего открытия таиландской Пещеры Духов со следами земледелия, древнейшие слои которого датируются возрастом 11 тыс. лет до н.э., Н. И. Вавиловым был описан юго-восточноазиатский центр происхождения культурных растений. *Гималайско-Гиндукушский Центр* разнообразия культурных растений расположен где-то на полпути между Ближневосточным и Таиландским очагами земледелия. С юга же к Гималайско-Гиндукушскому центру примыкает район одной из самых ранних Хараппской земледельческой культуры в бассейне Инда. А открытие

земледельческих поселений в Судане, относящихся к 7 тысячелетию до н.э., подтверждает идею Эфиопского центра появления земледелия.

Очевидно, родины развитых цивилизаций Нила и Евфрата, Инда Ганга, Хуанхэ и Янцзы предвосхищались какими-то еще не открытыми их колыбелями - хранителями сортов богатств. Появление навыков земледелия и искусственного обводнения следует связывать с разливами горных ручьев. Цивилизации зарождались там, где в диком состоянии росли злаковые и плодовые культуры, где ледниковые потоки умеряли летнюю жару, где людям пришлось вести борьбу за создание на зиму запасов пищи [8]. В дальнейшем пойменное земледелие трансформировалось в более развитые формы орошаемого земледелия низовьев рек. Возможно, осваивать их заставило развитие эрозионных процессов на горных склонах со смывом маломощных почв. До сих пор можно видеть, как культуры постепенно распространяются из гор в низины и долины, а не наоборот. Таким образом, все колыбели древнейших земледельческих цивилизаций Средиземноморья, передней Азии, Индии, Индокитая, Абиссинии, Мексики, Перу тяготеют к горам тропиков и субтропиков.

Параллельно с развитием производящего сельского хозяйства шло становление и такого вида хозяйственной деятельности, как ремесло (которое со временем трансформировалось в промышленность).

Производящее хозяйство потребовало производства сельскохозяйственных орудий. Возникает горнорудное производство, базирующееся на *минеральных ресурсах*, использование которых с этого момента становится основой развития человеческой цивилизации. В истории освоения минеральных ресурсов, как и в истории цивилизации, можно условно выделить четыре основных периода: древнейший (до X в. до н. э.); древний (до I в. н. э.); средневековый (до XVIII в.); и новый, в котором мы сейчас и живем.

Древнейший период уходит своими корнями непосредственно к истокам зарождения человечества. Это исключительно длинный отрезок

нашей истории. По некоторым оценкам, период длился несколько сотен тысяч лет, в течение которого общество претерпело два этапа своего развития, получивших название каменный и бронзовый век. Даже в периодизации заложена идея об определяющей роли полезных ископаемых.

Каменный век наиболее продолжительный (на его долю приходится 99% всей истории человечества) – от первых сведений о древнейших племенах (800 тыс. л. до н. э.), до появления в обиходе народов предметов из меди (ориентировочно 8 – 4 тысячелетие до н. э.) Каменный век разделяется на палеолит (до 10 тысячелетия до н. э.), когда жизнь первобытного человека была совершенно неотделима от окружающей природы, мезолит, когда стадо сменилось родовой общиной, резко улучшилась техника обработки камня, появились новые виды каменных орудий – микролиты - заостренные каменные пластины, используемые для изготовления ножей, наконечников стрел и копий, человек начал строить жилища из дерева и камня, появилась наскальная живопись. Для украшений и ритуальных предметов широко использовались золото и драгоценные цветные камни (изумруды, горный хрусталь и др.). Известно, что все реки Европы, Америки, Африки и Азии в течение многих тысячелетий были золотоносными. Многие из них истощились только в средние века.

Неолит (6 – 4 тысячелетие до н.э.) отмечен тщательной шлифовкой, даже полировкой каменных изделий, широким развитием керамического производства, изготовлением простых украшений из камня, золота, керамики. О масштабах добычи полезных ископаемых в конце мезолита – неолите можно судить по сохранившемуся с этих времен медному карьере в урочище Кензаган (Центральный Казахстан), имевшему длину до 500м., ширину 100м, глубину до 18м [9].

Бронзовый век (4 – 1 тысячелетие до н.э.) начинался с использования человеком самородной меди, которую он находил в зонах окисления сульфидных месторождений. По мнению археологов, применять самородную медь начали еще за 12—11 тыс. лет до н. э., т. е. в каменном

веке. Затем наступил собственно *медный век* — сначала на Ближнем Востоке, потом в Европе, Средней Азии, Закавказье, в России, на Украине. В древнем мире медь добывали в Сирии, Палестине, на Кипре (считают, что от латинского слова «купрум» — «медь» и происходит название этого острова), в Испании, Сербии, Болгарии, на Кавказе, в Индии. В течение нескольких тысячелетий ее широко использовали для производства орудий труда, утвари, украшений, а позднее и для чеканки монет.

Медь легко ковалась, но она очень мягкая. Новым этапом в эволюции общества (примерно за 4 тыс. лет до н. э.) явилось открытие сплавов меди с оловом, свинцом, сурьмой и серебром, которые стали называться бронзой. Бронза, в отличие от чистой меди была более прочной, но, также как и медь, ковкой.

Бронза стала известна сначала на Ближнем Востоке, а позднее в Европе (Британия). Полагают, что само слово «бронза» происходит от названия порта Бриндизи (Брундизи) в южной Италии, где было освоено производство этого металла. Хотя бронза была дорогим металлом, ее, как и медь, широко использовали для изготовления оружия, украшений и самых различных орудий труда. При помощи них, в частности, обрабатывали каменные глыбы знаменитой пирамиды Хеопса. Кроме того, бронзу стали применять в качестве конструкционного материала. Например, из бронзовых деталей была смонтирована статуя колосса Родосского, относящаяся к одному из семи чудес света.

Возникли центры меднорудной деятельности, совпадающие с центрами создававшихся в это время крупных государств (бассейн Эгейского моря, малая Азия, среднее течение р. Янцзы и др.). Центрами добычи меди, как говорилось выше, были страны Северного Средиземноморья. Более дефицитным сырьем было олово. Известно, что его добывали в Греции в Хризейской долине (Дельфы). Часть олова поступала с Апеннинского полуострова, даже из Англии (район Корнуолла).

Но неправильно было бы считать, что медью, оловом и бронзой исчерпывался минерально-сырьевой арсенал Древнего мира. Наряду с ними широко использовали уже и некоторые другие металлы и камни.

В первую очередь это относится к золоту. Самородное золото стало известно примерно так же давно, как и самородная медь. Что касается его добычи, то она началась, очевидно, в Древнем Египте, где, как известно, этот металл связывали с культом Солнца и обожествляли. Задолго до начала нашей эры золото добывали в Малой Азии, в Индии, в Древнем Риме восточной Греции и в Кантабрийских горах на северо-западе Испании. Использовали его в основном для производства украшений, изделий культа, для чеканки монет. Богатейшими золотыми сокровищами обладала также империя инков в Южной Америке. Именно эти сокровища особенно привлекли испанских конкистадоров во время завоевания ими Нового Света.

Уже в Древней Греции и в Древнем Риме, да и в других регионах Земли, были широко известны свинец, сульфид ртути (киноварь, ее использовали для изготовления красного красителя), сера, поделочные камни (мрамор, лазурит), многие драгоценные камни (изумруд, бирюза и др.). В третьем тысячелетии до нашей эры в коях Голконды (Южная Индия) начали добывать алмазы. Яркие, устойчивые и разнообразные краски, которые сохранились на фресках и декоративных предметах быта античного мира, имели природную минеральную основу. В основе пурпурной (царской) краски лежала киноварь, синей – минерал лазурит, зеленой – малахит и т.д.

Постепенно бронзовый век сменился *железным веком*, который продолжался примерно 3,5 тыс. лет. Археологическими исследованиями установлено, что железо сыграло особенно большую роль в развитии человеческой цивилизации. Замена в основной структуре хозяйственного производства дорогой бронзы дешевым железом резко повысило его эффективность. Особенно активно развивалось сельское хозяйство.

Железным стало и оружие: кто мог снабдить своих воинов железным оружием, тот и побеждал.

Основными источниками железа были болота и озера, где широко распространены окислы железа, состоящие из округлых шариков и называемых поэтому бобовые руды. Первые плавки железных руд и изготовление первых кованых железных изделий относятся, очевидно, ко второму тысячелетию до нашей эры (Египет, Месопотамия). Затем железные руды стали использовать на территории Европы, южной России, Кавказа. Из железа производили орудия труда и быта, оружие, многие другие изделия. Целые народы и многие племена специализировались в горнорудном и металлургическом ремесле.

В Европе освоение железорудных месторождений, выплавку металла и изготовление оружия и предметов связывают с племенами кельтов. Они добывали окисдные руды, главным образом гематит и лимонит.

Введение в хозяйственный оборот железных изделий, активное совершенствование технологии получения бронзы, обилие золота, серебра ускорили социальное, политическое и культурное развитие человеческого общества. Создаются мощные центры мировой цивилизации [10]. На базе многочисленных эфемерных государств выкристаллизовалась одна из величайших культур человечества – античная (рис.1.2).

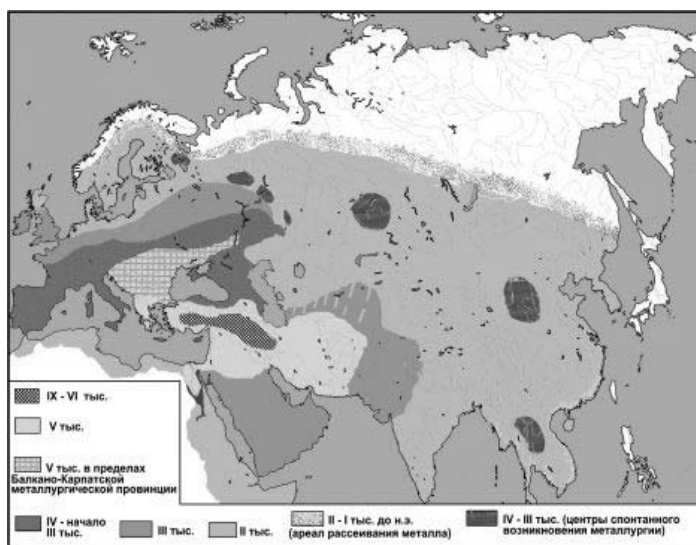


Рис. 1.2. Распространение использование металлов в древнем мире



В античную эпоху одной из важнейших предпосылок расцвета возникающих государств было наличие на их территории месторождений полезных ископаемых. В связи с этим за обладание минеральными ресурсами постоянно велись локальные войны. Так, интенсивная колонизация примыкающих к Греции территорий и народов преследовала цель, прежде всего, получения золота, серебра, олова, меди и железа.

Бурно развивавшееся в государствах Средиземноморья горное дело требовало все возрастающего количества древесного угля. В связи с этим в районах разработки медных, железных и др. месторождений интенсивно вырубались леса, и после их исчезновения рудный промысел прекращался, иногда до их восстановления.

Невозможно переоценить роль полезных ископаемых в становлении цивилизации. Американский этнограф Генри Льюис Морган писал, что с того момента, когда варвар научился получать и применять металл, девять десятых борьбы за цивилизацию было выиграно. Использование металла способствовало бурному социальному прогрессу. Не случайно первые государства возникли в эпоху раннего металла.

Средневековый период охватывает промежуток времени, в течение которого были заложены основы рудной геологии и создана горнорудная промышленность. Границы древнего и средневекового периода существенно различаются для крупнейших региональных центров мировой цивилизации. Для Западно-Европейского центра цивилизации интеллектуальный всплеск приходится на эпоху Возрождения (середина XIV– середина XVII в.). Создаются новые и расширяются старые города, мощное развитие получает кузница Европы в Рудных горах (Саксонские Альпы), снабжавшая все страны этого региона серебром, свинцом, оловом, железом, медью, разнообразными красками. С эпохой Возрождения связана деятельность крупнейшего геолога-рудника, создателя учения о рудных месторождениях и металлургии Георгия Бауэра (Агриколы) (1494 – 1555 гг.). Его работа «О горном деле и металлургии», изданная в 1556 г. в течение нескольких

столетий служила справочником по горнорудному делу для многих поколений [11].

Особых проблем с поисками новых месторождений средневековые горняки не имели. В горах, в узких каньонах рек рудные тела обнажались на поверхности и были легко доступны для разработки. Горы покрывали дремучие леса и прорезали быстротекущие реки и ручьи. Все это способствовало созданию богатых горняцких городов.

С известной долей условности можно утверждать, что на протяжении всего периода средних веков и нового времени — вплоть до промышленных переворотов XVIII—XIX вв. — минерально-сырьевую базу человечества составляли примерно те же металлы (медь, железо, золото, серебро, олово, свинец, ртуть), что и в древнем мире, а также поделочные и драгоценные камни. Но во второй половине XIX и в первой половине XX в. состав этой базы претерпел очень большие изменения.

Они коснулись топливных полезных ископаемых. К середине 18 в. бурное развитие плавильных заводов привело к почти тотальному уничтожению лесов в Южной и Западной Европе. Metallургическое производство стало неуклонно сворачиваться. Возникла проблема замены древесного угля каменным. И она была успешно решена Генри Кортон — английским судовым агентом, увлекавшимся металлургией. Началось широкое использование ископаемых углей, хотя их и задолго до этого добывали непромышленными способами. То же относится и к нефти. Известно, что природный битум использовали еще тысячелетие назад, но первые примитивные нефтяные скважины появились только в XVII в., а начало промышленной добычи было положено лишь в середине XIX в., причем почти одновременно в Польше, Румынии, России и США. В середине того же XIX в. был получен металлический уран, а добычу урановой руды — главным образом для извлечения радия — стали осуществлять уже в начале XX в.

Новый период условно можно считать, начиная с середины 19 века до наших дней. Несмотря на небольшой срок, в это время темп исторических событий был весьма высок. Особенно бурно развивалось естествознание, горнорудное производство и промышленность. Новое время характеризуется становлением науки как одной из важнейших сфер человеческой деятельности, созданием разветвленной государственной и частной структурой горнорудного производства и лавинного ускорения научно-технического прогресса. Новое время условно можно подразделить на два этапа [12]. Начальный – с 1820 по 1910 гг. В это время была освоена технология отливки чугуна, и он молниеносно занял ведущее место во многих областях. 19 век – век чугуна.

В начале 19 века только Англия обладала новой технологией переработки и ресурсами железных руд, она и контролировала мировую экономику. За 19 век ведущие страны мира почти в геометрической прогрессии наращивали мощность в черной металлургии. Чугун, сталь и сплавы на основе железа произвели переворот во всех сферах человеческой деятельности. Создаются гигантские промышленные центры, объединяющие угольные и железорудные бассейны: Лотарингский, Английский, Рудногорский (Европа) Минас Жерайс (Бразилия), Донбасский, Уральский (Россия), и др. Разрабатываются сотни месторождений железных руд.

В 19 веке создаются геологические службы или геологические комитеты: Англия – 1832 г., Австралия – 1849 г., Канада – 1853 г., Франция – 1855 г., Швеция – 1858 г., Германия – 1873 г., Россия – 1882 г. Их основной задачей было систематическое изучение геологического строения и полезных ископаемых своих стран.

Следующий этап – время великих открытий - приходится на первую половину двадцатого века. В промышленный оборот были вовлечены новые виды полезных ископаемых (урановые, пьезооптические, диэлектрические и т.д.), расширился список добываемых легких, цветных, редких и малых элементов, химических видов сырья и строительных материалов. Наконец,

изменения коснулись и нерудных ископаемых: фосфоритов, калийных солей, асбеста, алмазов. Первая «алмазная лихорадка» была отмечена в Бразилии еще в первой половине 18 века. Во второй половине 19 в. такие «лихорадки» произошли в Южной Америке и в США. В 1829 году четырнадцатилетний подросток Павел Попов нашел первый алмаз на территории России (на одном из рудников Урала).

Современный этап начался после Второй мировой войны с середины 50-х годов 20 века. Для него характерно завершение формирования мировой горнорудной инфраструктуры, создание серии могучих транснациональных концернов, корпораций и трестов, выдвижение рудной геологии и связанных с ней отраслей в разряд стратегических с жестким государственным контролем. Новое количественное и качественное изменение минерально-сырьевой базы человечества связано с научно-технической революцией. В наши дни добывается около 250 видов полезных ископаемых и почти 200 видов поделочных и драгоценных камней.

Добыча полезных ископаемых на территории России началась в древнейшие времена. По археологическим данным разработка золота, серебра, меди, олова и ртути производилась в Западной Сибири, на Урале и Алтае за 3-2 тыс. лет до н. э. Остатки древних металлургических заводов («криц») и железных шлаков обнаружены в городищах 5-12 вв. на Волге, в Беломорье, в центральных районах России, и на Северном Кавказе. Интересно, что термин «руда» - это древнерусское название крови, таким образом, для наших предков рудокопов руда – это кровь земли.

В средневековье на территории России примитивным способом разрабатывался довольно широкий круг полезных ископаемых. В него входили добываемые повсеместно каменные строительные материалы, блоки для изготовления каменных жерновов, болотные и озерные, а также более глубоко залегающие осадочные лимонитовые и сидеритовые железные руды Русской равнины, руды золота, серебра, свинца Кавказа, золота, меди и олова Западной Сибири, соли Урала и Двины, сера на Волге, слюда Карелии.

Начиная с Ивана Грозного, развивалась система контролируемого государством горнорудного производства. В 1584 году в Москве был организован и просуществовал около 200 лет «Государев приказ каменных дел». «Приказ каменных дел» затем сменяет «Приказ рудокопных дел» (1700 г.) и Бергколлегия (1717 г.). Основной задачей данных учреждений была организация правительственных экспедиций по поискам полезных ископаемых. Масштаб горноразведочных работ в семнадцатом веке был очень большим. Особенно активно осваивались богатства Урала, здесь в период с 1623 по 1699 гг. работало 106 поисковых отрядов. Наиболее значительные события в области накопления эмпирических сведений о минеральных сокровищах недр и их поисках начались со времен царствования Петра Великого (1672 – 1725 гг.) и связаны с последующей деятельностью первого русского ученого-энциклопедиста М.В.Ломоносова (1711 – 1765 гг.).

Период с середины 18 – до середины 19 вв. характеризуется проявлением ранних теоретических концепций о происхождении месторождений полезных ископаемых и созданием горнорудной промышленности. В 1773 г. было открыто Санкт-Петербургское горное училище, которое стало впоследствии Санкт-Петербургским государственным горным институтом (сегодня университетом). Важными центрами подготовки исследователей месторождений становятся Петербургский и Московский университеты.

В 20 веке рост потребности в минеральном сырье и необходимость комплексного геологического изучения территории страны привели к созданию государственной геологической службы и Министерства геологии (1946 г.), которое после преобразований в конце века входит в состав министерства природных ресурсов.

Итак, произошедшее территориальное расширение сферы хозяйственной деятельности человеческого общества и вовлечение в материальное производство новых видов природных ресурсов вызвало

разнообразные изменения в природе, своего рода ответные реакции в виде различных природно-антропогенных процессов. На начальных этапах развития производства эти процессы концентрировались в отдельных регионах - очагах мировой цивилизации (Средиземноморье, Месопотамия и Ближний Восток, Южная и Юго-Восточная Азия). И хотя во все времена освоение природных ресурсов человеком носило чисто потребительский, а подчас и откровенно хищнический характер, оно редко приводило к серьезным широкомасштабным экологическим катастрофам.

Применение машинной техники привело к значительным увеличениям объемов извлекаемого сырья (древесины, полезных ископаемых, сельскохозяйственной продукции и т. д.) и освоению его новых видов. В сельскохозяйственный оборот в результате мелиорирования были вовлечены земли, ранее считавшиеся непригодными для распашки (заболоченные, засоленные или страдающие от дефицита влаги). Естественные ресурсы в процессе освоения подвергаются более глубокой и комплексной переработке (производство нефтепродуктов, синтетических материалов и т.д.).

Большое значение в освоении природных ресурсов имеют *экономические факторы*, определяющие рентабельность их хозяйственного использования. Так, до сих пор нефть, железомарганцевые конкреции, залегающие на больших глубинах дна Мирового океана, в качестве реальных, доступных ресурсов не рассматриваются, так как их добыча оказывается слишком дорогой и экономически не оправданной.

Далеко не все природные ресурсы "лежат на поверхности" и могут быть легко подсчитаны и учтены. Так, объемы подземных вод, многие виды полезных ископаемых, сырье для разнообразных химических производств определяются и уточняются в результате сложных, часто дорогостоящих научных или технических изысканий. Часто потребности в природном ресурсе полностью блокируются *технологической невозможностью их освоения*, например, производство энергии на основе управляемого термоядерного синтеза, регулирование климатических процессов или

явлений и т.д. Техническое и технологическое несовершенство многих процессов извлечения и переработки природных ресурсов, соображения экономической рентабельности и недостаток знаний об объемах и величинах природного сырья заставляют при определении природно-ресурсных запасов выделять несколько их категорий по степени технической и экономической доступности и изученности.

Во второй половине XX в. ресурсопотребление неизмеримо возрастает, охватив практически всю сушу и все известные в настоящее время природные тела и компоненты. Разрабатываются технологии освоения таких видов природных богатств, которые до недавнего времени не включались в понятие "*природные ресурсы*" (например, опреснение соленых морских вод в промышленном масштабе, освоение солнечной или приливно-волновой энергии, производство атомной энергии, добыча нефти и газа на акваториях и многое другое). Человечество последовательно осваивает глубины земных недр. Существенный прирост запасов освоенных промышленностью типов руд в настоящее время и в будущем может осуществляться на глубинах не менее 300 – 500 м.

Возникает представление о *потенциальных ресурсах* или *ресурсах будущего*.

1. Доступные, или доказанные, или реальные запасы - это объемы природного ресурса, выявленные современными методами разведки или обследования, технически доступные и экономически рентабельные для освоения.

2. Потенциальные, или общие, ресурсы (англ.- potential resources) - это ресурсы, установленные на основе теоретических расчетов, рекогносцировочных обследований и включающие помимо точно установленных технически извлекаемых запасов природного сырья или резервов еще и ту их часть, которую в настоящее время освоить нельзя по техническим или экономическим соображениям (например, залежи бурого угля на больших глубинах или пресные воды, законсервированные в

ледниках или глубинных слоях земной коры). Потенциальные ресурсы называют ресурсами будущего, так как их хозяйственное освоение станет возможным только в условиях качественно нового научно-технического развития общества.

## **1.2. Виды природных ресурсов**

**Принципы классификации природных ресурсов.** К природным ресурсам относят «природные объекты и явления, используемые в настоящем, прошлом и будущем для прямого и непрямого потребления [13]. В основу классификации природных ресурсов может быть заложена та или иная целеполагающая функция. Если подойти к классификации с точки зрения их использования, то можно выделить две большие, в корне отличающиеся группы: это **неисчерпаемые ресурсы** и исчерпаемые (конечные). Неисчерпаемые это такие, как солнечная энергия, ветровая энергия, внутренняя энергия Земли, воды гидросферы, атмосферный воздух, которые человечество не может уничтожить в результате своей хозяйственной деятельности. **Конечные** ресурсы, можно подразделить на те, которые не могут восстановиться в полном объеме за время существования человечества по той или иной естественной причине (руды металлов, например), т.е. на **невозобновимые**, и на те, которые способны восстановиться, если будут выполняться определенные правила природопользования (лесные ресурсы, почва, пресные воды), т.е. **возобновимые**. Природные ресурсы также подразделяются по их функциям в жизни и хозяйственной деятельности: выделяют биологические, энергетические и минеральные ресурсы. Еще одним из классификационных признаков может служить генезис и местонахождение природных ресурсов: ресурсы гидросферы, почвенные ресурсы, ресурсы литосферы, биосферы и т.д.



Если рассмотреть эту проблему более пристально, то следует отметить, что значительная часть ресурсов либо расположена в пределах литосферы, либо использует её пространственно-территориальный ресурс.

**Ресурсная экологическая функция литосферы.** Под ресурсной экологической функцией литосферы В.Т. Трофимов понимает: «роль минеральных, органических, органо-минеральных ресурсов литосферы, а также её геологического пространства для жизни и деятельности биоты как в качестве биоценоза, так и человеческого сообщества как социальной структуры» [14, с.64]. Ресурсную функцию литосферы можно оценивать исходя из глобальных или локальных интересов общества. В долгосрочной перспективе, стратегический подход должен учитывать конечность (истощение) всех ресурсов планеты в условиях все ускоряющегося их использования в связи с изменением потребностей и ростом народонаселения. Это заставляет с большим вниманием относиться к роли ресурсной функции в развитии социально-экономической жизни общества и существовании экосистем любого уровня. Так по некоторым оценкам [17] за один год из недр извлекается около 100млрд. т минерального сырья, а количество добываемых элементов с XVIII века выросло с 18 до 106.

Территориально-пространственная ресурсная функция литосферы также имеет ограничения. По оценкам Г.В. Вахромеева (15, с.19) на планете уже освоено 56% поверхности суши, а подземное пространство осваивается со все возрастающей скоростью не только в районах подземной добычи полезных ископаемых, но и на урбанизированных территориях, в процессе захоронения радиоактивных и химических отходов и др.

Практически регулирование использования ресурсного потенциала литосферы должно осуществляться, прежде всего, на государственном и региональном уровнях. При этом любые оценки природно-хозяйственных потенциалов территорий не будут полноценными и эффективными, без учета многообразия ресурсных функций литосферы, поскольку она наиболее тесно связана с коэволюционным развитием биосферы и человеческого общества.

## Структура ресурсной экологической функции литосферы.

Ресурсная функция литосферы состоит из многих составляющих, это ресурсы, необходимые для жизнедеятельности всех биологических видов, включая человека, и для функционирования человеческого социума (рис. 1.3)

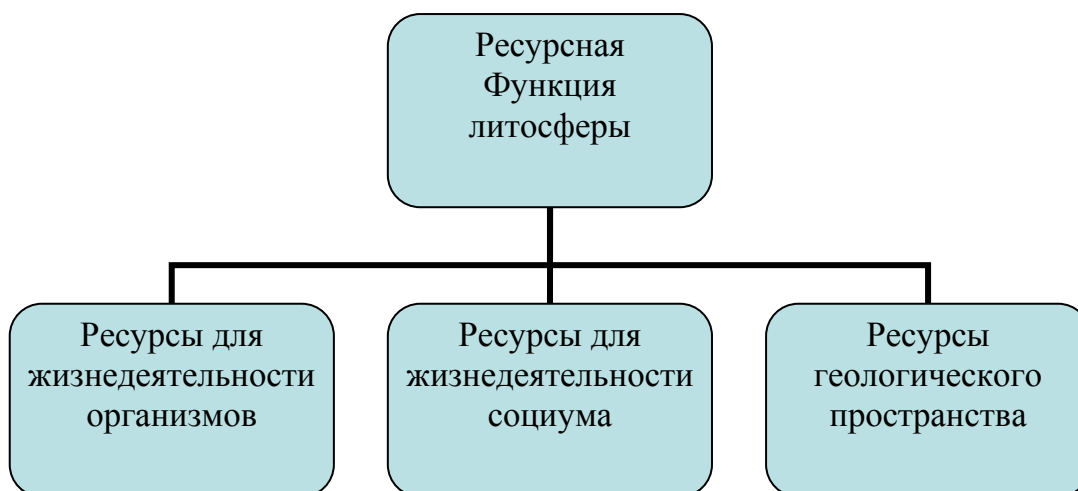


Рис.1.3 Ресурсная функция литосферы (по В.Т. Трофимову, 2000)

Ниже, в таблицах 1.1 и 1.2 приводятся те ресурсы, без которых невозможно существование различных биологических видов, и ресурсы, без которых невозможно функционирования основы человеческого общества - материального производства.

Таблица 1.1.

### Ресурсы, необходимые для жизнедеятельности организмов

Вид ресурса	Составляющие	Примеры
Минеральные	Биофильные элементы (в воде, горных породах, воздухе пор и трещин)	Макроэлементы O, C, H, N, Ca, P, S; Микроэлементы Fe, Mg, Cu, Zn, Si, Ca и др.
Кудюриты (минеральные биогенные комплексы)	Минералы: силикаты, Алюмосиликаты, Карбонаты и др.	Монтмориллонит, кварц, гидрослюда амфиболы, полевые шпаты, хлориты др.
Поваренная соль	Минерал	Галит
Подземные и почвенные воды	Питьевые, промышленные, Для растительности	Артезианские, пластовые, Связанные, поровые

**Ресурсы, необходимые для функционирования материального производства**

Вид ресурса	Основные ресурсы	Сфера применения
Топливо-энергетические	Нефть, газ, уголь, горючие сланцы, торф, уран, торий и др. радионуклиды	Энергетика, промышленность
Минеральные	Руды черных, цветных, редких металлов, керамическое, оптическое сырье, строительные материалы, сырье для химической промышленности	Промышленность
	Фосфаты, калийные соли, торф, известь, бентониты, диатомиты, сера и др.	Сельское хозяйство
	Цеолиты, бентониты, палыгорскиты, опоки, трепелы, диатомиты и др.	Технологические циклы (адсорбенты, наполнители, структурообразователи и т.д.)
Водные	Пресные, минеральные, термальные подземные воды	Производственные и коммунальные циклы, сельское хозяйство, здравоохранение, промышленность, энергетика

## **Литература к разделу 1. Общая характеристика природных ресурсов.**

1. Новиков Ю.Ф. Осторожно: Терра! М.: Молодая гвардия, 1972, 224с.
2. Вавилов Н.И. Избранные труды в 5 томах. Т.5 Проблемы происхождения, географии, генетики, селекции растений, растениеводства и агрономии. М.;Л.;1965, 786 с. С. 15
3. Комарову В.Л. Избранные труды в 12 томах. Т.12. Происхождение культурных растений. типы растений. Введение в ботанику. М.;Л.: Изд-во АН СССР, 1958, 1086 с.
4. Синская Е.Н. Историческая география культурной флоры, Л.Колос, 1969, 480 с.
5. Алексеев В.П. Географические очаги человеческих рас. М.: Мысль, 1985.
6. Алексеева Н.Н. Современные ландшафты зарубежной Азии., М.:ГЕОС,2000, 414 с.
7. Ламберг-Карловски К., Саблов Дж. Древние цивилизации. Ближний Восток и Мезоамерика. М.: Наука, 1992, 368 с.
8. Гвоздецкий Н.А., Голубчиков Ю.Н. Природа мира: Горы. М., 1987.400 с.
9. С.П. Горшков, Концептуальные основы геоэкологии. Издательства СГУ, 1998, с.220. С. 447
10. Старостин В.И., Игнатов П.А. Геология полезных ископаемых: Учебник для высшей школы. – М.: Академический Проект, 2004. – 512 с.
11. Черных Е. Философия металла. В мире науки. №7, 2006.
12. Старостин В.И., Игнатов П.А. Геология полезных ископаемых: Учебник для высшей школы. – М.: Академический Проект, 2004. – 512 с.
13. Реймерс Н.Ф., «Природопользование»: словарь – справочник. - М.: Мысль, 1990. – 637 с. С. 456.
14. Экологические функции литосферы. Под редакцией В.Т. Трофимова. М.: МГУ, 2000, 432 с. С. 64, 66-83.
15. Вахромеев Г.С. Экологическая геофизика. Иркутск, 1995. 212 с.

## Раздел 2

### МИНЕРАЛЬНЫЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

#### 2.1 Минеральные ресурсы (полезные ископаемые)

Минеральные ресурсы представлены *минеральным сырьем* - полезными ископаемыми в недрах Земли. Минеральное сырье - это минеральное образование природного или техногенного происхождения, которое используется, или может быть использовано в хозяйственной деятельности в преобразованном или в не преобразованном виде [1, с. 30].

Виды полезных ископаемых (*минерального сырья*) подразделяются на: металлические и неметаллические; твердые, жидкие, газообразные; стратегические и др., всего от 160 до 400 разновидностей [1.с. 31], но наиболее распространено выделение видов минерального сырья по их использованию в хозяйственной деятельности.

К металлическим полезным ископаемым относятся:

- Черные металлы (железо, марганец, хром, титан, ванадий)
- Цветные и редкие металлы (медь, свинец, цинк, алюминий, никель, кобальт, сурьма, висмут, олово, вольфрам, молибден, тантал, ниобий и др.)
- Драгоценные металлы (золото, платина, серебро)

К неметаллическим полезным ископаемым относятся:

- Драгоценные и цветные камни (алмазы, изумруды, корунды, янтарь и др.)
- Горно-химическое сырье (каменная соль, борное сырье, флюорит, сульфаты натрия, природная сода, мышьяковое сырье, кальцит)
- Агрохимическое сырье (апатит, фосфорит, калийные соли, серное сырье, азотное сырье)

- Индустриальное сырье (асбест, магнезит, графит, тальк, барит, бентонитовые глины, каолин, огнеупорные глины, слюды)
- Строительные материалы (известняки, мергели, доломиты, глины, шунгит, гипс, ангидрит, облицовочные и строительные камни, песок и гравий, полевой шпат, нефелин, стекольные пески, кремниевые породы)
  - Уголь (бурый, каменный, антрацит) и горючие сланцы
  - Торф
  - Уран, торий

Граница, разделяющая неметаллические и металлические полезные ископаемые, достаточно условна. Например, руды титана, бериллия и алюминия в РФ относят к металлическим, а в ряде стран к неметаллическим полезным ископаемым, так же как и руды мышьяка, стронция, селена и бора [3].

С развитием производительных сил и технологий требования к минеральному сырью постоянно меняются, появляется так называемое нетрадиционное сырье, например гуминовые кислоты, получаемые из бурого угля. Большинство видов минерального сырья представлено рудами, состоящими из минералов, т.е. неорганических веществ природного происхождения. Однако некоторые важные виды полезных ископаемых, в частности энергетическое сырье, имеют органическое происхождение (ископаемые угли, торф, горючие сланцы). Их можно отнести к минеральному сырью условно. В последние годы все большее значение приобретает гидроминеральное сырье – высокоминерализованные подземные воды (погребенные рассолы). Распределение минеральных ресурсов на планете весьма неравномерно (Табл. 2.1) [2], так же как и их использование.

**Мировые ресурсы важнейших полезных ископаемых**  
(по МИРЭК (XIII), 1986, В.И. Смирнову, 1986, World Resources, 1989. 1990 и др.)

Полезные ископаемые	Достоверные и извлекаемые запасы	Общие ресурсы
Нефть, млрд. т.	124	354
Газ, трлн. т.	109	271
Уголь, млрд. т.	1076	13868
Уран, млн. т.	2,2	10 – 20
Железные руды, млрд.т.	153,4	200 – 800
Марганцевые руды, млн. т	907	3538
Хромовые руды, млрд. т	3,4	36
Бокситовые руды, млрд. т	21 – 23	232
Медь, млн. т металла	340	560
Никель, млн. т металла	54	120
Кобальт, млн. т металла	3,1	6
Свинец, млн. т металла	75	125
Цинк, млн. т металла	148	295
Олово, млн. т металла	4,2	6,4 -7,8
Вольфрам, млн. т металла	2,1	-
Молибден, млн. т металла	98	21
Ртуть, тыс. т металла	128	24,
Сурьма, млн. т металла	2,0	-
Фосфориты, млрд. т	133	-
Калийные соли, млрд. т	9,1	140
Золото, тыс. т металла	31,4	62,2
Серебро, тыс. т металла	253	500
Плавиновый шпат, млн. т	549	-

Ценность отдельных видов *минерального сырья* определяется в зависимости от области их применения (для получения энергии, в приборостроении, при производстве товаров народного потребления и др.), а также от того, насколько редко они встречаются. *Минеральное сырье*, необходимое для обеспечения оборонной промышленности и бесперебойного функционирования ее сырьевой базы, иногда называют стратегическим [3].

В различных государствах существует система, по которой выделяются различные группы полезных ископаемых с правовой точки зрения: в РФ существует две группы. Первая включает такие полезные ископаемые,

которые могут разрабатываться без лицензии: песчаник, мел, гранит, диорит, гипс и др.; вторая включает те полезные ископаемые, для разработки которых требуется лицензия: руды металлов, подземные воды угли, и т.д.

Присутствие полезных компонентов в определенных концентрациях, минеральный состав, структура и текстура руд определяются геологическими условиями. Понятие *руда* включает природную, историческую и технологическую составляющие. Старостин В.И. и Игнатов П.А. [1] дают следующее определение: «Руда – это природное или техногенное образование, содержащее полезный компонент в таких концентрациях ... и имеющие такое строение, которые определяют его рентабельную добычу из недр». По концентрации полезных компонентов руды бывают очень богатые (ураганное содержание полезных компонент), богатые, рядовые, бедные или убогие.

По наличию одного или нескольких полезных компонентов *руды* разделяются на моно- и поликомпонентные (комплексные). При этом одни компоненты являются главными, а другие попутными (второстепенными). К таким рудам обычно относятся медно-никелевые с платиноидами, многие сульфидные (колчеданные) и некоторые другие руды. Также в рудах могут быть как экономически полезные, или технологически либо экологически вредные примеси.

*Руды* подразделяют на технологически легкие, и технологически упорными для переработки. Для последних применяются более сложные, энергоемкие и дорогие схемы выделения полезного компонента. При добыче, переработке и обогащении руд неизбежно образуются значительные потери. В целом только 7% извлеченной горнорудной массы используется по прямому назначению, остальная часть в виде отвалов и хвостов ухудшает геоэкологическую обстановку территорий.

Полезные ископаемые концентрируются в *месторождениях* природного или техногенного генезиса. *Месторождение* по своим количественным, качественным, горно-техническим, геоэкологическим,



географическим и экономическим параметрам должны быть рентабельными. В том случае, если полученные данные о параметрах не могут однозначно оценить его промышленное значение, то его относят к потенциальному месторождению.

**К количественным параметрам** относятся: запасы *руд* (Q) - оконтуренные и подсчитанные объемы в недрах и ресурсы (P) – предполагаемые объемы руд.

В различных странах существует различные градации запасов по степени их достоверности (разведанности). В таблице 2.2 приводятся данные по соответствию оценки запасов в РФ и Горного бюро США (как наиболее широко распространенной в мире).

Таблица 2.2

**Категории запасов полезных ископаемых, принятые в России и США [1]**

Категории запасов РФ	Категории запасов США
А – полностью изученные	А+В – достоверные, оцененные, Измеренные (measured)
В – изученные в основных Особенностях	С <sub>1</sub> + частично С <sub>2</sub> -, вероятные, предварительно оцененные (indicated)
С <sub>1</sub> - изученные в общих чертах	С <sub>1</sub> – возможные, предположительные (inferred)
С <sub>2</sub> - изученные по единичным Пересечениям	

Существуют также прогнозные запасы.

**Горно-техническим (горно-геологическим) параметрам** относят условия залегания рудных тел, обводнённость, загазованность месторождений, физико-механические характеристики рудных тел и вмещающих пород.

Рельеф, климат, инфраструктура территории, обеспеченность строительными материалами, энергией, персоналом, стоимость полезного компонента являются **географическими и экономическими параметрам**.

Ценность и количество отчуждаемых земель при освоении месторождения, загрязнение поверхностных и подземных вод, атмосферы,

возможность и виды рекультивации земель относятся к **геоэкологическим параметрам месторождения**.

Кроме месторождений встречаются другие скопления полезных компонентов, они подразделяются на геохимические концентрационные аномалии, рудные тела, рудопроявления, рудоносные зоны, и др.

Геологические структуры (элементы), которым подчинены расположение рудоносных тел, зон, месторождений называются **рудоконтролирующими и рудолокализирующими**. К ним относятся составляющие геологического строения, например – породы определенного состава, отдельные разломы, сочетание экранирующих и проницаемых участков, метасоматиты и др.

**Характеристика руд.** Основой для обоснования технологии, переработки и обогащения руд являются их минеральный, химический состав, текстура, структура руд и содержание в них полезных и вредных компонентов. Руды имеют минералого-геохимическую и текстурно-структурную характеристику. Главным минералом в руде является рудный минерал – это самородный элемент или соединение, который содержит полезную составляющую, либо является ею.

**Руды металлов** представлены обычно самородными элементами (золото, платина и платиноиды, серебро, медь, висмут) и их интерметаллидами; оксидами тяжелых металлов (магнетит, гематит, касситерит, вольфрамит, танталит-колумбит и др.); сульфидами (молибденит, галенит, сфалерит, киноварь), а также некоторыми другими минералами.

**Неметаллические руды** сложены горными породами с преобладанием силикатов, алюмосиликатов, карбонатов и других солей (известняки, доломиты, гипсы, галит, слюды, каолин и др.), реже самородных элементов (графит, алмаз, сера), либо органических соединений (битумы, угли, горючие сланцы), а также некоторыми другими минералами и горными породами.

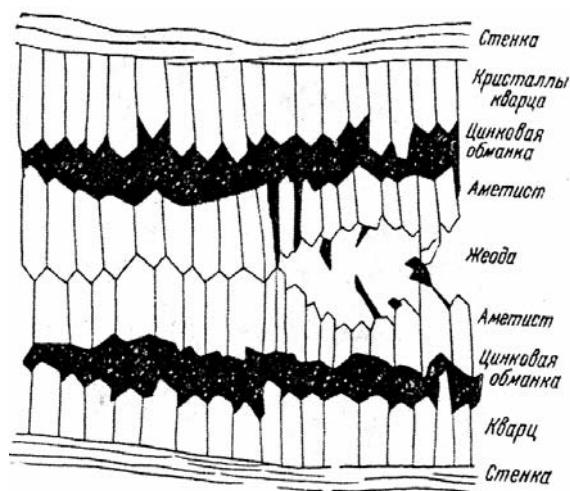
Минерал, который не содержит полезную составляющую, но включенный в руду называется **сопутствующим нерудным (жильным)**.

Среди таких минералов преобладают кварц, хлорит, полевые шпаты, и некоторые иные.

**Текстура руды** определяется размерами, формой и особенностями срастания минеральных агрегатов. Текстура определяется при описании обнажений, горных выработок, бурового керна, поскольку размеры минеральных агрегатов составляют сантиметры и дециметры. Различаются массивная, вкрапленная, прожилковая, полосчатая и др. текстуры. Примеры приведены на рисунках (рис. 2.1, 2.2.). Часто встречаются комбинированные текстуры.



**Рис. 2.1** Текстура плейчатая (железные руды железистых кварцитов). Светлое – кварц, темное – магнетит. Погромецкое месторождение КМА. (По М.П. Исаенко).



**Рис 2.2.** Текстура симметричная крестифицированная. (По А.М. Бетману /М.П.Исаенко, 1975)

**Структура руд** определяется строением формой, размерами и особенностями взаиморасположения, срастания рудных и жильных минералов. Минералы могут быть различного размера (от скрытокристаллических до гигантокристаллических), но чаще всего рудные минералы имеют размеры менее миллиметра, поэтому структура определяется под микроскопом. Пример приведен на рис. 2.3, 2.4.

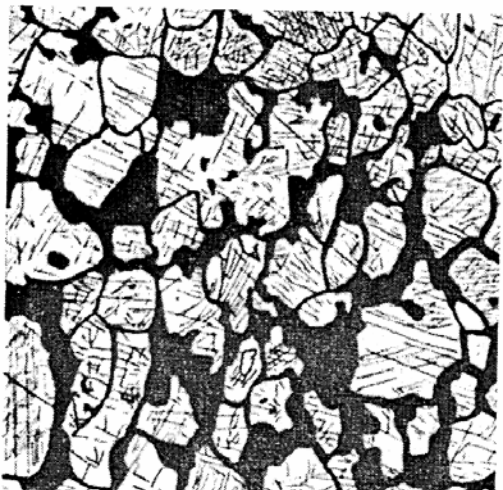


Рис. 2.3. Структура сидеронитовая. Прозрачный шлиф. Увеличение 40 раз. (По М.П. Исаенко)

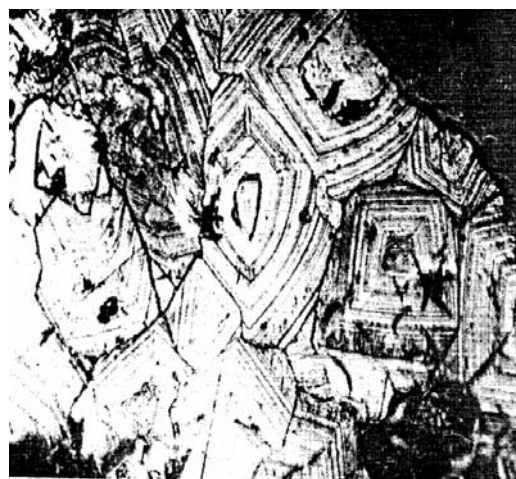
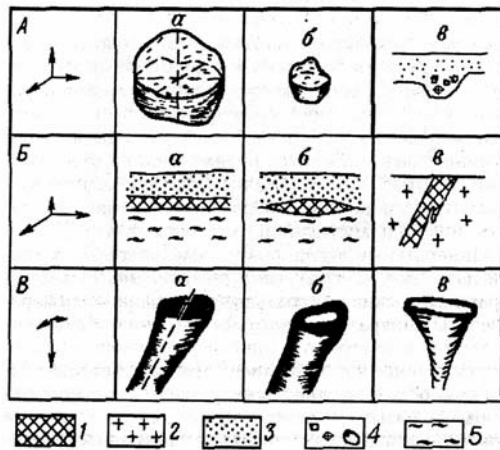


Рис. 2.4. Структура идиоморфнозернистая агрегата повеллита  $\text{Ca}(\text{MoO}_4)$ . Увеличение 40 раз. Аншлиф. Месторождение Каджаран, Армения. (По М.П. Исаенко)

Процесс минералообразования при формировании месторождений весьма длителен (измеряется по геологической шкале времени) и протекает в течение стадий и этапов. *Руды*, которые образовались одновременно с вмещающими породами, называются сингенетическими, а после — эпигенетическими (наложенными). При этом если минералы образовывались в последовательных стадиях минералообразования (отделяющихся друг от друга перерывом в минералообразовании), то они называются минеральными генерациями, среди которых выделяются парагенетические, т.е. в которых совместно находящиеся агрегаты имеют общее происхождение как в пространстве, так и во времени.

Полезные компоненты извлекают из *руд*, почти всегда, в результате их переработки и обогащения. Поэтому форма рудных тел существенно влияет на экономические и технологические параметры отработки месторождений. *Морфология рудных тел* определяется, прежде всего геологическими условиями образования и послерудного преобразования. Формы рудных тел весьма многообразны, среди них выделяют главные типы: пласты, жилы, линзы, трубы или столбы (штокверки), гнезда (карманы), штоки, неправильные тела, комбинированные залежи (рис 2.5.).



А – изометричные (а – шток, б – гнездо, в - карман); Б – уплощенные (а – пласт, б – линза, в - жила); В – вытянутые в одном направлении (а – столбообразные, б – трубообразные, в - воронковидные); 1 – рудные тела, 2 – гранит, 3 – песок, 4 – гравий, галька, минералы тяжелой фракции, 5 - глина

Рис. 2.5. Схематические формы рудных тел (по В.М. Григорьеву с дополнениями)

Рудные тела оконтуриваются в соответствии с кондициями, которые устанавливаются исходя из геолого-экономических положений в соответствии с требованиями промышленности к данному виду сырья, горно-геологическими условиями отработки. Контуры рудных тел, как правило, определяются постепенно по результатам опробования.

*Элементами залегания* рудных тел являются углы и азимуты их падения, углы и азимуты простирания, углы и азимуты склонения для линзовидных и жильных рудных тел, углы и азимуты простирания и ныряния осей для столбообразных тел.

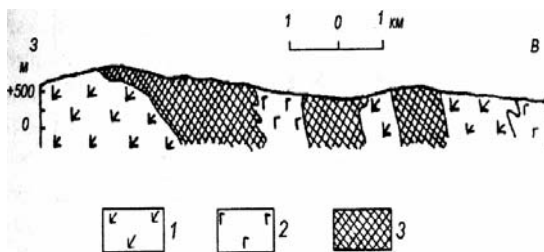


Рис. 2.6. Схематический разрез открытых Гусевогорского и Качканарского месторождений (по В.В. Авдонинову и др.) ваннадиеносных титаномагнетитов. 1-амфиболиты, 2-габбро, 3-рудные залежи

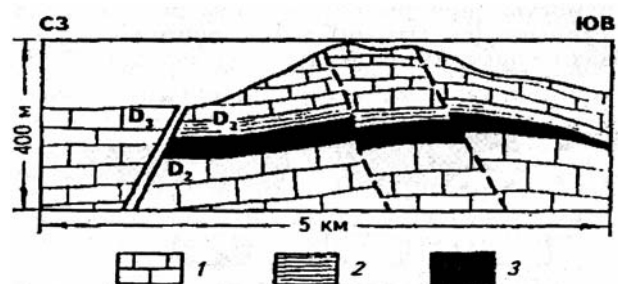


Рис. 2.7. Схематический разрез слепого (скрытого) месторождения Сигуаньшань (КНР). 1-известняки, 2-глинистые сланцы, 3-рудноносный горизонт (по А. Ильину).

По условиям залегания месторождения, которые выходят на дневную поверхность называются открытыми, перекрытыми (с чехлом из рыхлых отложений) и слепыми, если залегают в коренных породах на некоторой глубине (рис 2.6, 2.7.).

По масштабу проявления оруденения выделяются: рудное поле, рудный район, область, бассейн, рудный пояс и провинция.

## **2.2. Главнейшие геолого-промышленные типы месторождений металлических и неметаллических полезных ископаемых**

### **2.2.1. Классификация месторождений полезных ископаемых**

*Промышленными типами месторождений* называют такие, мировая добыча из которых, согласно В.М. Крейтеру, превышает 1% того или иного типа минерального сырья. Понятие геолого-промышленного типа месторождений отличается от этого понятия тем, что при его выделении геологическим условиям рудолокализации уделяется большее значение [4].

В основе геолого-промышленной типизации месторождений, в соответствии с традицией, берущей начало с начала XX века, с работ К.И. Богдановича (1912), Л. Де Лоне (1913), А.Н. Заварицкого (1926), В. Лингрена (1932), В.А. Обручева (1934), лежит генетический подход [2, 3]. Согласно классификации В.И. Старостина и П.И. Игнатова [4], в основу которой положена наиболее распространенная классификация В.И. Смирнова, все месторождения полезных ископаемых разделяются на три серии: эндогенную, экзогенную и метаморфогенную, каждая серия подразделяется на группы, а группы – на классы (табл. 2.3, 2.4, 2.5).

К серии *эндогенных (или гипогенных) месторождений* относят месторождения, формирование которых напрямую связано с внутренней энергией Земли. Две группы из шести, выделяемые в этой серии: магматическая и карбонатитовая, образуются из расплавов (в процессах их дифференциации и ликвации), связанных с магмами ультраосновного, основного и среднего состава. Остальные четыре группы: пегматитовая,

альбит-грейзеновая, скарновая и гидротермальная - формировались на позднеинтрузивной и постинтрузивной стадиях формирования кислых, средних и щелочных магматических комплексов.

Таблица 2.3

**Генетическая классификация эндогенной серии месторождений полезных ископаемых**

Группа	Класс	Типы месторождений
Магматическая	1. Ликвационный	а) сульфидные медно-никелевые в основных и ультраосновных комплексах б) хромитовые, титаномагнетитовые и руды элементов платиновой группы в расслоенных ультраосновных комплексах в) редкие, редкоземельные и рассеянные элементы в щелочных комплексах
	2. Раннемагматический	Магматические горные породы, алмазоносные кимберлиты и лампроиты
	3. Позднемагматический	Хромитовые, титаномагнетитовые и апатит-нефелиновые
Карбонатитовая	Флюидно-магматический карбонатитовый	Перовскит-титаномагнетитовые, камафоритовые, редкометалльно-пироксеновые, редкоземельные и флюоритовые
Пегматитовая	1. Магматогенный	Керамические, мусковитовые, редкометалльные и цветных камней
	2. Флюидно-анатектический	Редкометалльно-пироксеновые и апатит-нефелиновые
	3. Флюидно-метаморфогенный	Керамических, мусковитовых, редкометалльных пегматитов и цветных камней
Скарновая	1. Известковый	Железорудные, вольфрам-молибденовые, медно-молибденовые, свинцово-цинковые
	2. Магнезиальный	Железорудные, медно-молибденовые, оловорудные, борные
Альбитит-грейзеновая	1. Альбититовый	Бериллиевые, литиевые, урановые и редкоземельные
	2. Грейзеновый	Олово-вольфрамовые, литиевые, бериллиевые
Гидротермальная	1. Плутоногенный	Штокверковые и жильные а) высокотемпературные, медно-молибден-порфиоровые, золото-олово-, медно-кварцевые; б) средне-температурные полиметаллические, сурьмяно-мышьяковые, редкометалльные, ураноносные; в) низкотемпературные сидеритовые, родохрозитовые, магнезитовые, хризотил-асбестовые, баритовые.
	2. Вулканогенный андезитовидный	Золото-серебряные, олово-вольфрамовые, ртутные, медные, алунитовые, исландского шпата, самородной серы
	3. Вулканогенно-осадочный, базальтоидный, субмаринный	Колчеданные, медноколчеданные, колчеданно-полиметаллические

К серии *экзогенных (поверхностных, гипергенных) месторождений* относят те, которые формировались в результате механической, химической и биохимической дифференциации горных пород под влиянием энергии Солнца. В этой серии выделены три группы: *выветривания* - месторождения, связанные с корой выветривания, руды, возникшие при механической, химической, биохимической и вулканической дифференциации минерального вещества в седиментационных бассейнах; *осадочная группа* и *эпигенетическая группа* – месторождения которой образовались в осадочных горных породах в результате деятельности подземных вод.

Таблица 2.4

**Генетическая классификация экзогенной серии *месторождений* полезных ископаемых**

Группа	Класс	Типы месторождений
Выветривания	Остаточный и переотложенный	Никель-кобальтовые, бокситовые, редкометальные и редкоземельные, каолиновые, апатитовые, марганцевые
Осадочная	1. Механический россыпной.	Гравийные, песчаные и глинистые (огнеупорные, бентитовые) а) Континентальные россыпные золотые, платиновые, касситеритовые, алмазные, танталит-колумбитовые, корундовые б) Литоральные россыпные рутиловые, ильменитовые, циркониевые, касситеритовые, алмазные, цветные камни
	2. Хемогенный	а) гидрооксидные, суспензионно-коллоидные: бурых железняков, марганца, железо-марганцевых конкреций и корок б) сульфидно-сульфатно-карбонатные: цветных и редких металлов в черных сланцах; в) сульфатно-галоидные: каменных, калийных солей, боратов, лития
	3. Биохимический	Фосфоритовые (континентальные и прибрежно-морские) кремнистые породы (диатомит, трепел, опоки), известняки, угли, горючие сланцы, торф
Эпигенетическая	1. Грунтовых вод	Медистых песчаников, уран-ванадиевые в палеоруслах
	2. Инфильтрационный	Редкометалльно-урановые
	3. Эксфильтрационный	Свинцово-цинковые в карбонатных породах, свинцовые в песчаниках, золоторудных и урановых в терригенно-карбонатных и черносланцевых толщах самородной серы, нефти и газа, йодо-бромистых и металлоносных рассолов



Серия *метаморфогенных месторождений* образуется в глубинных частях земной коры, под воздействием существующих там высоких температур и давлений. Серия представлена двумя группами. Первая – собственно метаморфическая, которая образовалась в результате метаморфогенного преобразования горных пород или в результате процессов, обусловленных гидротермально-метаморфогенной концентрацией рассеянных рудных элементов, либо их соединений. Вторая группа – метаморфизованная, она включает месторождения любого генезиса возникшие раньше, а затем преобразованные в условиях под воздействием метаморфизма.

Таблица 2.5

**Генетическая классификация метаморфогенной серии *месторождений* полезных ископаемых**

Группа	Класс	Типы месторождений
Метаморфизованная	1. Регионально-метаморфизованный	Железорудные, марганцевые, золото-урановые, апатитовые, колчеданные
	2. Контактново-метаморфизованный	Железорудные, графитовые, корундовые, скарнированные
Метаморфическая	1. Зеленосланцевый	Горного хрусталя, золото-кварцевые, мрамора, кварциты, кровельные сланцы
	2. Амфиболитовый	Андалузитовые, кианитовые, силлиманитовые, наждака, амфибол-асбестовые
	3. Гранулит-эклогитовый	Гранатовые, рутил-ильменитовые, флогопитовые
	4. Импаكتитовый	Алмазные

С практической точки зрения необходимыми являются классификации месторождений по таким критериям, как форма рудных тел и рудоносных зон; степень сложности их строения — классификация Государственной комиссии по запасам (ГКЗ) РФ (табл. 2.6) и видам минерального сырья.

**Группы месторождений твердых полезных ископаемых по сложности геологического строения ГКЗ (МНР РФ, 1998) (по В.И. Старостину)**

Группа	Геологическое строение	Размеры рудных тел	Нарушенность залегания тел	Изменчивость мощности и строения тел	Изменчивость содержания полезных компонентов	Прочие
1	Простое	Крупные и весьма крупные, реже средние	Ненарушенное или слабо нарушенное	Устойчивая мощность	Равномерное	
2	Сложное	Крупные и средние	Нарушенное	Неустойчивые мощность и внутреннее строение	Равномерное или невыдержанное	Сложные горно-геологические условия
3	Очень сложное	Средние и мелкие	Интенсивно нарушенное	Очень изменчивые мощность и внутр. строение	Значительно невыдержанное или очень неравномерное	
4	Весьма сложное	Мелкие, реже средние	Чрезвычайно нарушенное	Резко изменчивые мощность и внутр. строение	Крайне неравномерное, прерывистое и гнездовое	

### 2.2.2 Металлические полезные ископаемые

Металлические (рудные) ресурсы широко распространены в земной коре. Территориально они нередко образуют пояса рудонакопления, иногда такие гигантские как Альпийско-Гималайский и Тихоокеанский.

**Руды черных металлов.** Одним из основных черных металлов является **железо**. Железорудные месторождения промышленного значения известны среди образований всех трех серий. Среди них можно выделить магматические, карбонатитовые, скарновые, метаморфизованные вулканогенные гидротермальные, вулканогенные осадочные, кор выветривания и осадочные, эксфильтрационные [4]. Главными железосодержащими минералами железных *руд* являются гематит, магнетит,

лимонит, шамозит, тюрингит и сидерит. Месторождения железных руд относят к промышленным при запасах железа не менее нескольких десятков миллионов тонн, в крупных месторождениях запасы железа достигают сотен миллионов тонн.

Общие мировые ресурсы сырой (необогащенной) *руды* превышают 1400 млрд. т, промышленные – более 360 млрд. т. Наибольшими запасами обладают Россия, Австралия, Китай, Бразилия, Украина и США (табл. 2.7) [5].

Таблица. 2.7

**Первые 10 стран по разведанным запасам железных руд**

Страна	Запасы, млрд. т	Страна	Запасы, млрд. т
Россия	57,8	Канада	11,7
Украина	20,0	Индия	11,5
Бразилия	17,6	Китай	9,0
Австралия	16,0	Казахстан	8,0
США	15,9	ЮАР	4,0

Крупными запасами также обладают Швеция, Франция, Венесуэла, Либерия.

Больше всего *руды* (млн. т) добывается в Китае - 250, Бразилии - 185, Австралии более 140, России - 78, США и Индии - по 60, в Украине – 45, а также в Канаде, ЮАР, Швеции, Венесуэле, Либерии и Франции. Общие запасы железных руд в России составляют около 100 млрд. т, 59% запасов сосредоточено в Европейской части, а 41% – к востоку от Урала. Значительная добыча ведется на Украине в районе Криворожского железорудного бассейна.

В США основная доля *руды* добывается из месторождения железистых кварцитов в районе Месаби (шт. Миннесота); на втором месте находится шт. Мичиган. В меньших количествах добыча железной руды ведется в штатах Калифорния, Висконсин и Миссури.

По объему экспорта товарной железной *руды* первое место в мире занимает Австралия (143 млн. т). Добыча ведется в основном (90%) в районе Хаммерсли (округ Пилбара, Западная Австралия). На втором месте находится Бразилия (131 млн. т), располагающая исключительно богатыми месторождениями, многие из которых сосредоточены в железорудном бассейне Минас-Жерайс.

**Марганец.** Выделяется несколько промышленных типов марганцевых месторождений: основную роль играют осадочные и выветривания, в встречаются вулканогенно-осадочные и метаморфогенные [6]. Большая часть мировых промышленных запасов марганцевых руд приходится на Украину - 42,2%. Значительные запасы марганцевых руд находятся в ЮАР -19,9%, Казахстане - 7,3%, Габоне 4,7%, Австралии 3,5%, Китае - 2,8% и России - 2,7% мировых запасов. Значительное количество марганца производится в Бразилии и Индии [8].

Огромные перспективные запасы марганца находятся в железомарганцевых конкрециях и рудных корках на поверхности коренных пород в пелагической зоне мирового океана.

**Хром.** Среди промышленных типов хромитовых месторождений выделяются раннемагматические, позднемагматические и россыпные (последние незначительные). Из 15,3 млрд. т предполагаемых запасов высокосортных хромитовых руд 79% приходится на ЮАР, достаточно крупными запасами обладают Казахстан, Индия и Турция. Мировые запасы разведанных промышленных хромитов в 27 странах составляют 2,5 млрд. т, из них 80% находятся в Казахстане и ЮАР, остальные, в основном, в Зимбабве, Турции [4]. Крупное *месторождение* хрома находится в Армении. В России разрабатывается небольшое *месторождение* на Урале.

**Титан.** Среди промышленных *месторождений* титана можно выделить магматические, выветривания, россыпные, вулканогенно-осадочные и метаморфические. Основными промышленными минералами титана являются ильменит и рутил. Суммарные запасы титана в 20

зарубежных странах оцениваются в 730 млн. т (75% ильменита и 25% рутила) [4]. Почти 90% запасов приходится на Украину, Бразилию, Австралию, Индию, Китай, Норвегию и Канаду. Основное количество титанового концентрата производят в Австралии, ЮАР, Канаде и Норвегии. В Австралии, США, Индии и Японии производят синтетический рутил из ильменита. Промышленными месторождениями считаются те, которые содержат в рудах более 10%  $TiO_2$  в коренных месторождениях, и более 10% ильменита и 1,5% рутила в россыпях.

**Ванадий** относится к редким черным металлам. К промышленным *месторождениям* ванадия принадлежат магматические, метасоматические, выветривания, россыпные, осадочные и метаморфогенные образования [9]. В природе ванадий встречается в составе титаномагнетитовых руд, редко фосфоритов, а также в урансодержащих песчаниках и алевролитах, где его концентрация не превышает 2%. Главные рудные минералы ванадия в месторождениях – карнотит, ванадитин, титаномагнетит и ванадиевый мусковит-роскоэлит. Значительные количества ванадия иногда присутствуют также в бокситах, тяжелых нефтях, бурых углях, битуминозных сланцах и песках. Ванадий обычно получают как побочный продукт при извлечении главных компонентов минерального сырья (например, из титановых шлаков при переработке титаномагнетитовых концентратов, или из золы от сжигания нефти, угля и т.д.

Наибольшее количество учтенных запасов ванадия находится в ЮАР, России, Венесуэле, США и Китае. Основными производителями ванадия являются ЮАР, США, Россия и Финляндия.

**Цветные металлы. Алюминий.** Бокситы, главное сырье алюминиевой промышленности, приурочены к корам выветривания и распространены преимущественно во влажных тропиках и субтропиках – 95%, где протекают процессы глубокого химического выветривания горных пород. К бокситам относят породы, содержащие более 28% глинозема и в 2,6 раза меньше кремнезёма [10]. Все промышленные типы бокситовых месторождений

относятся к экзогенным и подразделяются на месторождения выветривания и осадочные.

Общие запасы бокситов в 30 странах мира - 40 млрд. т. Наибольшими запасами бокситов обладают Гвинея (42% мировых запасов), Австралия (18,5%), Бразилия (6,3%), Ямайка (4,7%), Камерун (3,8%) и Индия (2,8%). Наибольшее количество бокситов добывается в Австралии (42,6 млн. т в 1995), основные добывающие районы – Западная Австралия, север Квинсленда и Северная территория. В России бокситы добываются на Урале, Тимане и в Ленинградской области.

**Магний.** Запасы сырья для получения магния и его многочисленных соединений, практически неограниченны и приурочены ко многим районам земного шара. Доломиты и эвапориты (карналлит, бишофит, каинит и др.), содержащие магний, широко распространены в природе. Установленные мировые запасы магнезита оцениваются в 12 млрд. т, брусита – в несколько миллионов тонн. Соединения магния в природных рассолах могут содержать миллиарды тонн этого металла.

Около 41% мирового производства металлического магния и 12% его соединений приходится на долю США. Крупные производители металлического магния – Турция и КНДР, соединений магния – Россия, Китай, КНДР, Турция, Австрия и Греция. Неисчерпаемые запасы магнезиальных солей заключены в рапе залива Кара-Богаз-Гол. Металлический магний в США производится в штатах Техас, Юта и Вашингтон, оксид магния и другие его соединения получают из морской воды (в Калифорнии, Делавэре, Флориде и Техасе), подземных рассолов (в Мичигане), а также путем переработки оливина (в Северной Каролине и Вашингтоне).

**Медь** - ценный и один из самых распространенных цветных металлов. Основными минералами медных *руд* для получения меди являются халькопирит и борнит, халькозин, а также самородная медь. Окисленные медные руды состоят в первую очередь из малахита

Медные *месторождения* распространены преимущественно в пяти регионах мира: Северной Америке - Скалистые горы; Канадский щит в пределах штата Мичиган (США) и провинций Квебек, Онтарио и Манитоба (Канада); Южной Америке - на западных склонах Анд, особенно в Чили и Перу; Африке - на Центрально-Африканском плато, в медном поясе Замбии и Демократической Республики Конго, а также в России, Казахстане, Узбекистане и Армении. В Чили сосредоточено примерно 22% мировых запасов меди. Больше всего медной руды добывается на месторождении Чукикамата. Самое крупное в мире неразрабатываемое меднорудное тело Эскондида (с запасами руды 1,8 млрд. т при содержании меди 1,59%) открыто в 1981г. в пустыне Атакама на севере страны. В США медные руды добываются в основном в Аризоне, Нью-Мексико, Юте, Мичигане и Монтане. На крупнейшем руднике Бингем-Каньон (шт. Юта) добывается и перерабатывается 77 тыс. т медной руды в сутки [11].

Основными производителями меди являются: Чили (2,5 млн. т), США (1,89 млн. т), Канада (730 тыс. т), Индонезия (460 тыс. т), Перу (405 тыс. т), Австралия (394 тыс. т), Польша (384 тыс. т), Замбия (342 тыс. т), Россия (330 тыс. т).

**Свинец.** Главным рудным минералом свинца является галенит (свинцовый блеск - сульфид свинца); он часто содержит примесь серебра, которое извлекается попутно. Галенит обычно встречается в ассоциации со сфалеритом – рудным минералом цинка и нередко с халькопиритом – рудным минералом меди, образуя полиметаллические руды.

Крупные свинцово-цинковые *месторождения* имеются в Казахстане, Узбекистане, Таджикистане, Азербайджане. Основные месторождения свинца в России сосредоточены на Алтае, в Забайкалье, Приморье, Якутии, на Енисее и Северном Кавказе. В Австралии свинец всегда ассоциирует с цинком. Основные месторождения – Маунт-Айза (Квинсленд) и Брокен-Хилл (Новый Южный Уэльс). На Аляске запасы свинца связаны с цинковыми, серебряными и медными рудами. Большая часть

разрабатываемых месторождений свинца в Канаде находится в провинции Британская Колумбия.

Добыча свинцовых *руд* ведется в 48 странах; ведущие производители: Австралия (16% мировой добычи), Китай (16%), США (15%), Перу (9%) и Канада (8%), в значительных объемах добыча ведется также в Казахстане, России, Мексике, Швеции, ЮАР и Марокко. В США основной производитель свинцовой руды – штат Миссури, где в долине р. Миссисипи 8 рудников дают 89% общей добычи свинца в стране. Другие районы добычи – штаты Колорадо, Айдахо и Монтана [12].

**Цинк.** Сфалерит (сульфид цинка), основной минерал цинковых *руд*, часто ассоциирует с галенитом или халькопиритом. Первое место в мире по добыче (16,5% мировой добычи, 1113 тыс. т) и запасам цинка занимает Канада. Значительные запасы цинка сконцентрированы в Китае - 13,5%, Австралии - 13%, Перу и США по 10%, Ирландии - около 3%. Добыча цинка ведется в 50 странах. В России цинк извлекается из медно-колчеданных месторождений Урала, а также из полиметаллических месторождений в горах Южной Сибири и Приморья. Крупные запасы цинка сосредоточены в Рудном Алтае (Восточный Казахстан – Лениногорск и др.), на долю которого приходится более 50% добычи цинка в странах СНГ. Цинк добывают также в Азербайджане, Узбекистане (*месторождение* Алмалык) и Таджикистане.

В Канаде важнейшие цинковые рудники находятся в Британской Колумбии, Онтарио, Квебеке, Манитобе и на Северо-Западных Территориях. В США ведущее место по добыче цинка занимает штат Теннесси (55%), за ним следуют штаты Нью-Йорк и Миссури. Весьма перспективно освоение крупного месторождения Ред-Дог на Аляске [12].

**Никель.** В первичных *рудах* никель находится в соединениях с серой и мышьяком, а во вторичных месторождениях (корах выветривания, латеритах) – в виде рассеянных вкраплений водных никелевых силикатов. Половина мировой добычи никеля приходится на долю России и Канады,



крупномасштабная добыча ведется также в Австралии, Индонезии, Новой Каледонии, ЮАР, на Кубе, в Китае, Доминиканской Республике и Колумбии.

В России, занимающей первое место по добыче никелевых руд (22% мировой добычи), основная часть руды извлекается из медно-никелевых сульфидных месторождений Норильского региона и, отчасти, района Печенги (Кольский п-ов); разрабатывается также силикатно-никелевое *месторождение* на Урале. Канада, прежде производившая 80% никеля в мире за счет одного крупнейшего медно-никелевого месторождения Садбери, ныне уступает России по объему добычи. В Канаде разрабатываются также никелевые месторождения в Манитобе, Британской Колумбии и других районах.

В США *месторождения* никелевых *руд* отсутствуют, и никель извлекают в качестве побочного продукта на единственном заводе по рафинированию меди, а также вырабатывают из скрапа (металлолома).

**Кобальт.** Мировые запасы кобальта оцениваются примерно в 10,3 млн. т. Его бóльшая часть добывается в Конго (ДРК) и Замбии, значительно меньше в Канаде, Австралии, Казахстане, России (на Урале), на Украине. В США кобальт не производится, хотя его непромышленные запасы (1,4 млн. т) имеются в Миннесоте (0,9 млн. т), Калифорнии, Айдахо, Миссури, Монтане, Орегоне и на Аляске [4].

**Олово.** Главный, и до недавнего времени единственный, рудный минерал олова – касситерит (оловянный камень), встречается в основном в кварцевых жилах, связанных с гранитами, а также в аллювиальных россыпях.

Почти половина мировой добычи олова приходится на россыпные *месторождения* Юго-Восточной Азии – пояс протяженностью 1600 км и шириной до 190 км от о.Банка (Индонезия) до крайнего юго-востока Китая. Крупнейшие мировые производители олова Китай (61 тыс. т в 1995), Индонезия (44 тыс. т), Малайзия (39 тыс. т), Боливия (20 тыс. т), Бразилия

(15 тыс. т) и Россия (12 тыс. т). В значительных масштабах добыча ведется также в Австралии, Канаде, Конго (ДРК) и Великобритании [13].

**Молибден.** Главный рудный минерал молибдена – молибденит (сульфид молибдена). Этот мягкий минерал черного цвета с ярким металлическим блеском часто ассоциирует с сульфидами меди (халькопиритом и др.) или вольфрамитом, реже – касситеритом.

Первое место в мире по добыче молибдена занимают США, где его добыча выросла до 59 тыс. т (1992 – 49 тыс. т). Первичный молибден добывают в Колорадо (на крупнейшем в мире руднике Хендерсон) и Айдахо; кроме того, молибден извлекают в качестве побочного продукта в Аризоне, Калифорнии, Монтане и Юте. Второе место по добыче делят Чили и Китай (по 18 тыс. т), третье место занимает Канада (11 тыс. т). На эти три страны приходится 88% мирового производства молибдена. В России молибденовые руды добывают в Забайкалье, Кузнецком Алатау и на Северном Кавказе. Небольшие медно-молибденовые *месторождения* имеются в Казахстане и Армении [4].

**Вольфрам.** 42% мировых запасов вольфрама (в основном вольфрамит) сосредоточено в Китае. Второе место по производству вольфрама (в форме шеелита) занимает Россия (4,4 тыс. т). Основные месторождения находятся на Кавказе, в Забайкалье и на Чукотке. Крупные месторождения имеются также в Канаде, США, Германии, Турции, Казахстане, Узбекистане, Таджикистане. В США действует один вольфрамовый рудник в Калифорнии [4].

Вольфрам входит в состав сверхтвердых износостойких инструментальных сплавов, в основном в форме карбида. Используется в нитях накаливания электроламп. Главные рудные металлы – вольфрамит и шеелит

**Висмут.** Минералы висмута (его сульфид висмутин, самородный висмут, висмутовые сульфосоли) присутствуют в рудах меди, молибдена, серебра, никеля и кобальта, в некоторых месторождениях урана. Только в

Боливии висмут добывают непосредственно из висмутовой руды. Значительные запасы висмутовой *руды* обнаружены в Узбекистане и Таджикистане.

Лидерами по производству висмута являются Перу (1000 т), Мексика (900 т), Китай (700 т), Япония (175 т), Канада (126 т). Висмут в значительных количествах извлекают из полиметаллических *руд* в Австралии. В США висмут получают только на одном заводе по рафинированию свинца в Омахе (шт. Небраска). Висмут получают в основном попутно при выплавке свинца

**Сурьма.** Главный рудный минерал – антимонит (стибнит), весьма часто ассоциирует с киноварью (сульфидом ртути), иногда с вольфрамитом.

Мировые запасы сурьмы, оцениваемые в 6 млн. т, сосредоточены главным образом в Китае - 52% мировых запасов, а также в Боливии, Киргизии и Таиланде (по 4,5%), ЮАР и Мексике. В США залежи сурьмы встречаются в Айдахо, Неваде, Монтане и на Аляске. В России известны промышленные месторождения сурьмы в Республике Саха (Якутия), Красноярском крае и Забайкалье [13].

**Ртуть.** Единственный рудный минерал ртути – киноварь (сульфид ртути ярко-красного цвета), после ее окислительного обжига в дистилляционной установке происходит конденсация паров ртути. Ртуть и особенно ее пары очень токсичны, это единственный металл и минерал, жидкий при обычной температуре (затвердевает при  $-38,9^{\circ}\text{C}$ ).

Главным источником получения ртути служит *месторождение* Альмаден на юге Испании, известное уже почти 2000 лет. В 1986 там дополнительно были разведаны большие запасы. В США киноварь добывается на одном руднике в Неваде, некоторое количество ртути извлекают в качестве побочного продукта при добыче золота в Неваде и Юте. В Киргизии издавна разрабатываются месторождения Хайдаркан и Чаувай. В России имеются небольшие месторождения на Чукотке, Камчатке и Алтае.

Мировое производство ртути составило 3049 т, а выявленные ресурсы ртути оценивались в 675 тыс. т (главным образом в Испании, Италии, Югославии, Киргизии, Украине и России). Крупнейшие производители ртути – Испания (1497 т), Китай (550 т), Алжир (290 т), Мексика (280 т) [13].

**Благородные металлы и их руды.** Золото относится к самородным элементам, концентрируется в гидротермальных *месторождениях* (кварцевых жилах), часто с сульфидами, в низкотемпературных гидротермальных месторождениях с цеолитами и флюоритом. Золото широко распространено в россыпях, в зоне окисления сульфидных месторождений. Преобладающая доля (75%) общих оценочных запасов золота в мире приходится на шесть важных геолого-промышленных типов собственно золоторудных месторождений, а также на различные золотосодержащие месторождения (12%).

Общемировые ресурсы золота (за исключением уже добытого) оцениваются в 120-200 тыс. тонн. Основная доля приходится на глубокие горизонты золотоносных конгломератов, а также на недостаточно изученные месторождения района Витватерсранд в ЮАР. Распределение запасов золота приведено в таблице 2.8. В азиатском регионе ресурсы золота заключены преимущественно в недрах России, Китая и Киргизии. На американском континенте запасы распределяются между Бразилией, США, Канадой, Чили и Венесуэлой. В Европе наиболее перспективны территории Украины и российской части Карелии. Ресурсы Австралии и Океании оцениваются в 10-13 тыс. тонн.

Общий объем добычи золота в мире составляет 2200 т. Первое место в мире по добыче золота занимает ЮАР (522 т), второе – США (329 т). Старейший и самый глубокий золотой рудник в США – Хоумстейк в горах Блэк-Хилс (Южная Дакота); добыча золота там ведется свыше ста лет. Основные районы добычи сосредоточены в Неваде, Калифорнии, Монтане и Южной Каролине. Современные методы экстракции (иманирование)

делают рентабельным извлечение золота из многочисленных бедных и убогих месторождений. Некоторые золотые рудники Невады дают прибыль даже при содержании золота в руде не более 0,9 г/т [4].

Таблица 2.8

**Мировое распределение запасов золота, в метрических тоннах**

<b>Страна</b>	<b>Запасы</b>	<b>Ресурсная база</b>
США	5,600	6,000
Австралия	4,000	4,700
Бразилия	800	1,200
Канада	1 500	3,500
Россия	3,000	3,500
ЮАР	18,500	38,000
Узбекистан	2,000	3,000
Другие страны	9,300	11,800
Всего	45,000	72,000

**Серебро**, как и золото, относится к драгоценным металлам. Около 2/3 мировых ресурсов серебра приурочено к полиметаллическими медными свинцовыми и цинковыми рудами. Серебро извлекается в основном попутно из галенита. *Месторождения* преимущественно жильные. Наиболее крупные производители серебра – Мексика (2323 т), Перу (1910 т), США (1550 т), Канада (1207 т) и Чили (1042 т). В США 77% серебра добывается в Неваде (37% добычи), Айдахо (21%), Монтане (12%) и Аризоне (7%) [13].

**Металлы платиновой группы (платина и платиноиды).** Платина, как и золото относится к самородным элементам это самый редкий и дорогостоящий драгоценный металл. Почти весь объем добычи платины приходится на ЮАР (167,2 т), Россию (21 т) и Канаду (16,5 т). В США в 1987 началась разработка месторождения в Стиллуотере (Монтана), где было получено 3,1 т платиновых металлов, причем самой платины – 0,8 т, остальное – палладий (самый дешевый и наиболее широко применяемый из платиноидов). По запасам и производству палладия лидирует Россия (Норильский регион). Платина добывается и на месторождениях Урала [13].

**Руды редких металлов. Тантал и ниобий.** Главные рудные минералы тантала – танталит, микролит, воджинит и лопарит (последний имеется только в России). Тантал в природе встречается редко. Большая часть его мировых запасов сосредоточена в Австралии (21%), Бразилии (13%), Египте (10%), Таиланде (9%), Китае (8%). Значительными запасами обладают также Канада (самое богатое в мире *месторождение* - Берник-Лейк в юго-восточной части Манитобы) и Мозамбик; небольшие промышленные месторождения имеются в Восточном Казахстане.

Крупнейший производитель ниобиевого сырья – Бразилия (82% мировой добычи). Второе место занимает Канада. Обе эти страны производят пирохлоровые концентраты. Пирохлоровые руды добывают также в России, Замбии и некоторых других странах. Колумбитовые концентраты попутно получают при разработке оловоносных кор выветривания на севере Нигерии. Производство ниобиевых и танталовых концентратов в России сосредоточено на Кольском полуострове, в Забайкалье и Восточных Саянах. Промышленные пирохлоровые месторождения известны также на Алдане, а колумбитовые (тантал-ниобиевые) – в Северном Прибайкалье, юго-восточной Туве и Восточных Саянах. Крупнейшее *месторождение* ниобия и редкоземельных металлов открыто на севере Якутии [5].

**Редкоземельные металлы и иттрий.** К редкоземельным металлам (элементам) относятся лантаны и лантаноиды (семейство из 14 химически сходных элементов – от церия до лютеция). В эту категорию включают также иттрий и скандий – металлы, которые чаще всего встречаются в природе вместе с лантаноидами и близки к ним по химическим свойствам. Главные рудные минералы редких земель – монацит и бастнезит, в России – лопарит. Наиболее известный минерал иттрия – ксенотим. Около 45% мировых запасов редкоземельных элементов (около 43 млн. т) сосредоточены в Китае; там же находится крупнейшее в мире бастнезитовое *месторождение* с комплексными редкоземельными и

железными рудами – Баян-Обо. На втором месте по запасам лантаноидов стоят США – 25% мировой добычи приходится на *месторождение* Маунтин-Пас в Калифорнии. Другие известные месторождения бастнезитовых руд находятся в северном Вьетнаме и Афганистане. Монацит из прибрежно-морских россыпей (черных песков) добывается в Австралии, Индии, Малайзии, США (попутно с минералами титана и циркония) [5]. Побочным продуктом при переработке монацитовых концентратов является торий, содержание которого в некоторых монацитах достигает 10%. Добыча редких земель ведется также в Бразилии. В России главный источник получения редких земель (в основном цериевых, т.е. легких, лантаноидов) – лопаритовые руды уникального Ловозерского месторождения (Кольский полуостров). Промышленное *месторождение* иттрия и иттриевых редких земель (тяжелых лантаноидов) имеется в Киргизии.

**Цезий** – редкий щелочной металл. По добыче поллуцита - цезиевой руды лидирует Канада. В месторождении Берник-Лейк (юго-восточная Манитоба) сосредоточено 70% мировых запасов цезия. Поллуцит добывают также в Намибии и Зимбабве. В России его месторождения известны на Кольском п-ове, в Восточных Саянах и Забайкалье. Существуют месторождения поллуцита в Казахстане, Монголии и на о. Эльба (Италия).

**Рассеянные элементы.** Элементы этой большой группы, как правило, не образуют собственных минералов, а присутствуют в виде изоморфных примесей в минералах более распространенных элементов.

**Гафний** вместе с цирконием содержится (в отношении ~1:50, иногда до 1:30 – 1:35) в цирконе, который добывается из прибрежно-морских титано-циркониевых россыпей. Мировые запасы гафния оцениваются в 460 тыс. т, из них 38% сосредоточено в Австралии, 17% – в США (в основном во Флориде), 15% – в ЮАР, 8% – в Индии и 4% – в Шри-Ланке. В настоящее время в СНГ крупнейшее (сильно истощенное) россыпное

*месторождение* находится в Украине, а другие, более мелкие россыпи – в Казахстане [5].

**Галлий** концентрируется в минералах алюминия и в низкотемпературных сфалеритах. Галлий получают в основном как побочный продукт при переработке бокситов на глинозем и отчасти при выплавке цинка из некоторых сфалеритовых руд. Мировое производство галлия быстро растет. Галлий производится в Австралии, России, Японии и Казахстане, а также в США, Франции, Германии. Мировые запасы галлия, заключенные в бокситах составляют более 15 тыс. т.

**Германий.** В природе германий встречается в виде незначительных примесей в рудах некоторых цветных металлов (в частности, цинка) и в германий-угольных месторождениях, богатые месторождения сульфидов германия (германит, реньерит) имеются в Конго (ДРК). Большинство мировых запасов германия сосредоточено в цинковых рудах Канады, Китая, Австралии. Запасы германия в США оцениваются в 450 т. Он заключен преимущественно в месторождениях сульфидных цинковых (сфалеритовых) руд в центральной части Теннесси, а также в зоне развития оксидных железных руд в старом медном руднике Апекс (шт. Юта). В Казахстане германием обогащены сфалериты ряда полиметаллических месторождений Рудного Алтая. В России германий извлекают главным образом из золы от сжигания углей германий-угольных месторождений Приморья и Сахалина, в Узбекистане – из золы углей Ангренского месторождения, а на Украине – при переработке углей Донбасса на металлургический кокс.

**Таллий** извлекают как побочный продукт при выплавке других цветных металлов, главным образом цинка и, отчасти, свинца. Высокими концентрациями таллия отличаются пириты из низкотемпературных месторождений. В США запасы таллия составляют около 32 т – примерно 80% мировых, но его добыча не ведется. Наибольшими ресурсами таллия, сосредоточенными в цинковых *рудах*, располагают следующие регионы:



Европа – 23%, Азия – 17%, Канада – 16%, Африка – 12%, Австралия и Океания – 12%, Южная Америка – 7% [5].

Помимо четырех рассмотренных элементов к данной группе относятся рублидий, кадмий, индий, скандий, рений, селен и теллур.

**Радиоактивные металлы и их руды. Уран.** Главными минералами урановых руд являются урановая смолка уранит (настуран) и карнотит, образующий вкрапленность мелких зерен в песчаниках.

Наибольшими разведанными запасами урана обладают Канада, Австралия, Казахстан, Узбекистан, Бразилия и Нигер, ЮАР. Есть урановые месторождения в США, Намибии, Украине, Индии. Крупное *месторождение* уранита «Шинколобве» находится в Демократической Республике Конго. Значительными запасами располагают также Китай (провинции Гуандун и Цзянси), Германия и Чехия. В России промышленные запасы урана сосредоточены в основном в пределах Стрельцовой кальдеры в Восточном Забайкалье. Недавно разведано крупное *месторождение* в Бурятии [13].

Большая часть запасов урана США сосредоточена в грубо- и тонкозернистых карнотитовых песчаниках с настураном, разработка которых ведется в штатах Аризона, Колорадо, Нью-Мексико, Техас, Юта, Вашингтон и Вайоминг. В Юте имеется крупное *месторождение* урановой смолки (Мэрисвейл). В США общий объем добычи урана составляет свыше 2360 т.

**Торий.** Единственный источник тория являются желтые полупрозрачные зерна монацита (фосфата церия), содержащие до 10% тория и встречающиеся в прибрежно-морских и аллювиальных отложениях. Россыпные месторождения монацита известны в Австралии, Индии и Малайзии. «Черные» пески, насыщенные монацитом в ассоциации с рутилом, ильменитом и цирконом, распространены на восточном и западном (более 75% добычи) побережьях Австралии. В Индии *месторождения* монацита сосредоточены вдоль юго-западного побережья

(Траванкор). В Малайзии монацит добывают из аллювиальных оловоносных россыпей. США располагают небольшими запасами тория в прибрежно-морских россыпях монацита во Флориде [13].

### 2.2.3 Неметаллические полезные ископаемые

К *неметаллическим полезным ископаемым (НПИ)* относится обширная группа минералов и горных пород, из которых не извлекают в качестве главного компонента металлы, которые не представляют углеводороды и углеводородные виды энергетического сырья, гидроминеральные и газообразные ресурсы [14]. Часто неметаллические полезные ископаемые (НПИ) отождествляют с нерудными полезными ископаемыми, что неточно, поскольку первые включают как руды (в частности, руды асбеста, графита, бора), так и нерудные виды (глины, известняки, граниты и др.).

По сводной генетической классификации *месторождений* полезных ископаемых В.И.Смирнова [14] (табл. 2.9) неметаллические полезные ископаемые фиксируются во всех сериях, группах, классах и более дробных подразделениях.

Область применения неметаллических полезных ископаемых чрезвычайно широка: по существу нет ни одной отрасли народного хозяйства, где бы в той или иной мере не использовалось это сырье. В настоящее время насчитывается свыше 150 видов неметаллических полезных ископаемых, используемых в естественном или переработанном виде. Из них получают различные химические элементы, включая некоторые металлы (серу, фосфор, хлор, фтор, калий, натрий и др.), и их соединения. Среди последних присутствуют и специфические виды топлива (соединения бора, фтора и др.).

**Представители НПИ в сериях и группах генетической классификации  
месторождений полезных ископаемых**

Серия	Группа	Неметаллические полезные ископаемые, примеры (без горных пород)
Эндогенная	магматическая	месторождения фосфора (нефелин-апатитовые), алмаза, графита, сульфидная сера (медно-никелевые месторождения)
	пегматитовая	слюды (мусковит), полевые шпаты, кварц и горный хрусталь, оптический флюорит, корунд, наждак
	карбонатитовая	апатит, флюорит, кальцит
	скарновая	бораты и боросиликаты, хризотил-асбест, флогопит, брусит
	альбитит-грейзеновая	кварц, микроклин, альбит, мусковит, турмалин, топаз, флюорит, драгоценные камни
	гидротермальная	барит, тальк, флюорит, магнезит, исландский шпат, асбест, горный хрусталь
	колчеданная	барит, пирит
Экзогенная	россыпная	алмазы
	осадочная	фосфориты, сера, гипс, ангидрит, соли, бораты, барит
Метаморфогенная	метаморфизованная	апатиты, графиты, корунд, наждак
	метаморфическая	амфибол-асбест, кианит, силлиманит, наждак, графит, гранат, горный хрусталь

К неметаллическим полезным ископаемым, кроме сырья из которого извлекают в качестве полезных компонентов химические элементы и их соединения, относятся промышленные минералы и промышленные горные породы, которые обладают ценными свойствами с практической точки зрения: физическими (электропроводность, плотность и др.), химическими (растворимость, кислотоупорность, щелочеупорность и др.) и техническими (монолитность, декоративность, абразивность, огнестойкость и др.). [15].

*Месторождения* НПИ различны как по компонентам, так и по запасам (табл. 2.10).

**Группировка месторождений некоторых неметаллических полезных ископаемых по разведанным запасам, принятая в России [15]**

Вид сырья	Месторождения			
	весьма крупные	крупные	средние	Мелкие
Апатиты, млн. т ( $P_2O_5$ )	более 100	100-50	50-10	10-1
Фосфориты, млн. т ( $P_2O_5$ )		более 200	200-50	до 50
Сера самородная, млн. т	более 50	50-10	10-1	до 1
Бор, млн. т ( $B_2O_3$ )		более 1	1-0,25	до 0,25
Калийные соли, млрд. т ( $K_2O$ )	более 1	1-0,5	0,5-0,1	до 0,1
Хризотил-асбест, млн. т волокна		более 5	5-0,5	до 0,5
Антофиллит-асбест, тыс. т волокна		более 50	50-5	до 5
Слюда, тыс. т сырец	более 25	25-5	5-1	до 1
Графит, млн. т		более 10	10-1	до 1
Плавиновый шпат, млн. т	более 2	2-0,5	0,5-0,1	до 0,1
Барит, млн. т (собственно баритовые руды)		более 2	2-0,5	до 0,5
Барит, млн. т (комплексные руды)	более 20	20-10	10-1	до 1
Цеолиты, млн. т		более 100	100-10	до 10
Тальк, млн. т	более 20	10-5	5-0,5	0,5-0,03
Тальковый камень, млн. т		более 40	40-15	до 15
Алмазы, млн. карат: (коренные месторождения)	более 100	100-25	25-10	до 10
Алмазы, млн. карат: (россыпи)		более 5	5-0,2	до 0,2
Гипс, млн. т		более 50	50-5	5-1
Бентонитовые глины, млн. т		более 20	20-10	до 10
Каолины, млн. т	более 50	50-30	30-10	до 10
Песок строительный, млн. м <sup>3</sup>		более 15	15-10	до 10
Песчано-гравийные смеси, млн. м <sup>3</sup>		более 30	30-10	до 10
Строительный камень, млн. м <sup>3</sup>		более 30	30-15	до 15

К неметаллическим полезным ископаемым относят также агрономическое сырье, горно-химическое сырье, промышленные минералы и промышленные горные породы.

Главным *агрономическим сырьем* являются минеральные удобрения: нитраты (селитры), калийные соли и фосфаты.

**Нитраты.** Основные запасы селитры расположены в Чили, где во внутренних аридных долинах Береговых хребтов Анд сосредоточены огромные запасы «каliche» – чилийской селитры (природного нитрата натрия). В настоящее время нитраты получают искусственно с использованием атмосферного азота. США, где разработана технология получения безводного аммиака, содержащего 82,2% азота, занимают первое место в мире по его производству (60% продукции приходится на долю Луизианы, Оклахомы и Техаса) [16]. Возможности извлечения азота из атмосферы неограниченны, а необходимый водород получают в основном из природного газа и методом газификации твердого и жидкого топлива.

**Калийные соли.** Главные минералы калийных солей – сильвин (хлорид калия) и карналлит (хлорид калия и магния). Сильвин обычно присутствует совместно с каменной солью (галитом) в составе сильвинита, горной породы, образующей залежи калийных солей и служащей объектом добычи [17].

Добыча калийных солей началась в Германии в 1861г, на месторождениях в районе Штасфурта. Позже такие же *месторождения* были открыты и освоены в соленосных бассейнах западного Техаса и восточного Нью-Мексико (США), в Эльзасе (Франция), Польше, окрестностях Соликамска в Предуралье (Россия), бассейне р. Эбро (Испания) и Саскачеване (Канада). По добыче калийных солей страны, добывающие более 1 млн. т в год, располагаются в следующем порядке: первое место занимала Канада - 9 млн. т, за ней следовали Германия - 3,3 млн. т, Россия и Белоруссия - по 2,8 млн. т, США - 1,48 млн. т, Израиль - 1,33 млн. т, Иордания -1,07 млн т. [16].

В России добыча калийных солей много лет ведется в районе Соликамска, кроме того, перспективные площади выявлены в Прикаспии и Прибайкалье. Крупные месторождения разрабатываются в Белоруссии, Западной Украине, Туркменистане и Узбекистане. В США в Калифорнии калийные соли и поваренную соль добывают из подземных рассолов,

применяя различные технологические методы кристаллизации. Остальные ресурсы калийных солей США сосредоточены в Монтане, Южной Дакоте и в центральной части Мичигана.

**Фосфаты.** Промышленные концентрации апатита в земной коре устанавливаются среди магматических, контактово-метасоматических, карбонатитовых (сложных магматически-метасоматических), гидротермальных, метаморфических и экзогенных (коры выветривания) образований. Промышленные месторождения фосфатов представлены двумя главнейшими типами руд: апатитовыми и фосфоритовыми; в первых апатит образует яснокристаллический агрегат, во вторых - фосфаты кальция из группы апатита представлены скрыто- или микрокристаллическими образованиями. Месторождения апатитов связаны с изверженными и метаморфическими породами, в то время как месторождения фосфоритов - с осадочными породами.

К фосфатному сырью относят крупные скопления гуано - продуктов выделений морских птиц, приуроченные главным образом к островам и прибрежным районам низких широт, но в общем балансе фосфатного сырья они играют подчиненную роль.

Большая часть мировых ресурсов фосфатов сосредоточена в широко распространенных морских фосфоритовых осадках. Выявленные ресурсы, включая непромышленные, оцениваются миллиардами тонн фосфора. Свыше 34% мировой добычи фосфатов приходилось на США, далее следовали: Марокко - 15,3%, Китай - 15%, Россия - 6,6%. В России главным сырьем для получения фосфатных удобрений и фосфора является апатит, добываемый в Хибинах на Кольском полуострове.

**Главным горно-химическим сырьем** являются поваренная соль и сера.

**Поваренную соль** получают из месторождений каменной соли и путем выпаривания (естественного и искусственного) воды соленых озер, морской воды или подземных рассолов. Мировые ресурсы поваренной соли

практически неисчерпаемы. Почти каждая страна обладает либо залежами каменной соли, либо установками по выпариванию соленой воды. Колоссальным источником поваренной соли является Мировой океан.

В России соль добывается на ряде *месторождений* в Прикаспии (озера Эльтон и Баскунчак), Предуралье, Восточной Сибири, в центральных и северо-западных районах Европейской части как из залежей каменной соли, так и из соленых озер и соляных куполов. Крупные месторождения каменной соли имеются на Украине и в Белоруссии. Большие промышленные запасы соли сосредоточены в озерах Казахстана и заливе Кара-Богаз-Гол в Туркмении. В США ресурсы каменной и поваренной соли в природных рассолах сосредоточены в северо-восточных и западных районах, а также на побережье Мексиканского залива. Соленые озера и производственные мощности по выпариванию рассолов находятся вблизи густонаселенных районов на западе США.

Поваренная соль добывается более чем в 100 странах. Первое место по добыче поваренной соли занимают США (21%), затем следуют Китай (14%), Канада и Германия (по 6%). Свыше 5 млн. т/г добывается соли во Франции, Великобритании, Австралии, Польше, на Украине, в Мексике, Бразилии и Индии.

**Сера.** В природе сера встречается в самородном виде в виде мягкого минерала желтого цвета, а также в сульфидах (соединениях с железом и основными цветными металлами) или в сульфатах (соединениях со щелочными элементами и щелочноземельными металлами). В углях и нефти сера находится в форме различных сложных органических соединений, а в природном газе – в виде газообразного сероводорода ( $H_2S$ ).

Мировые ресурсы серы в эвапоритах (солевых отложениях), продуктах вулканических извержений, а также связанной с природным газом, нефтью, битуминозными песками и сульфидами тяжелых металлов, достигают 3,5 млрд. т. Ресурсы серы в сульфатах кальция – гипсе и ангидрите – практически не ограничены. Около 600 млрд. т серы содержится в

ископаемых углях и горючих сланцах, но пока не разработаны технические и экономически эффективные методы ее извлечения. Ведущим мировым производителем серы являются США, где разрабатываются месторождения самородной серы, сопряженные с соляными куполами и осадочными отложениями, в том числе в глубоководной зоне Мексиканского залива вдали от берегов Техаса и Луизианы. Кроме того, серу получают в процессе очистки нефти, при переработке природного газа и на многих коксохимических заводах. Серная кислота производится попутно при обжиге и плавке руд меди, свинца, молибдена и цинка.

**Промышленные минералы.** Алмаз является одной из полиморфных модификаций углерода. В настоящее время главным геолого-промышленным типом месторождений алмазов является собственно магматический - кимберлитовые и лампроитовые трубки (реже дайки), вторым - современные и древние россыпи различного генезиса. Встречаются также ударнометаморфический (в метеоритных кратерах, образованных импактитами) и динамометаморфический (в линейных зонах и линзовидных телах среди гнейсов и метасоматитов) генетические типы алмазной минерализации с намечающейся промышленной значимостью.

Среди россыпных месторождений алмазов главнейшими по промышленной значимости являются современные аллювиальные и морские. В первых алмазы концентрируются в гравелитах и галечниках речного русла, поймы и террас; максимальные их концентрации фиксируются в приконтактной части залежей. Содержание алмазов заметно снижается по мере удаления от коренных источников (обычно кимберлитовых тел). Протяженность таких россыпей может достигать десятков километров, ширина - десятков-первых сотен метров, мощность - метры, средние содержания алмазов в них местами могут достигать десяти каратов и более

Около 90% мировой добычи природных технических алмазов приходится на долю пяти стран: Австралии (44,3%), Конго (ДРК, 16,2%), Ботсваны (12,2%), России (9,3%) и ЮАР (7,2%) [16].



Мировая добыча алмазов в конце 20 века составила 107,9 млн. каратов (единица массы драгоценных камней карат равен 200 мг); в том числе технических алмазов было добыто 91,2 млн. каратов (84,5%), ювелирных – 16,7 млн. каратов (15,5%). В общей массе алмазного сырья свыше 75% приходится на долю технических алмазов, среди которых различают *борт*, *баллас*, *карбонадо* и *конго* [15]. Борт - мелкие неправильные кристаллы, сростки, непригодные для ювелирных целей. Баллас - шарообразные мелкозернистые агрегаты с более твердой, чем ядро, оболочкой. Карбонадо - тонкозернистые, пористые агрегаты черного, серого или зеленоватого цветов. Конго - наиболее низкосортные мелкие алмазы, пригодные лишь в качестве абразивного материала (борт и карбонадо) [17]. В различных месторождениях доля ювелирных алмазов различна: в Австралии и Конго (ДРК) 4–5%, в России – около 20%, в Ботсване – 24–25%, ЮАР – более 35%, в Анголе и Центральноафриканской Республике – 50–60%, в Намибии – 100%.

Основная добыча алмазов в России сосредоточена в Якутии (Саха), встречаются алмазы в россыпях на Урале. Крупные месторождения алмазов открыты в Архангельской области (коренные и россыпи).

Технические алмазы получают искусственно. В США производятся только синтетические алмазы. Природные алмазы обнаружены в Арканзасе и Колорадо, однако их добыча экономически нецелесообразна.

**Графит.** Графит является второй полиморфной модификацией углерода. Основное значение в мировом балансе графитового сырья имеют метаморфогенные *месторождения*, представленные телами вкрапленных руд чешуйчатого графита в гнейсах, кристаллических сланцах и др. обычно докембрийских метаморфических образованиях, а также пластовыми залежами и линзами апокаменноугольного (от «каменный уголь») преимущественно скрытокристаллического графита. Существуют и значительные собственно магматические, пегматитовые и пневматолито-

гидротермальные, скарновые месторождения высококачественного кристаллического графита [18].

Максимальное мировое производство графита (около 950 тыс. т) зафиксировано в 1989-1990гг. Наиболее крупными производителями являются КНР (около 40-45% всего производимого в мире графитового концентрата), далее следуют Республика Корея, Индия, КНДР, Бразилия, Мексика, Канада, Чехия. В странах СНГ наибольшая добыча приходится на Украину и Россию. Преобладающая часть запасов кристаллического графита сосредоточена в КНР, на Мадагаскаре, в Зимбабве, Бразилии и странах СНГ. Свыше 90% запасов скрытокристаллического графита приходится на Мексику, КНР, Россию и Республику Корея. Мировое производство синтетического графита значительно превышает 1,5 млн. т и осуществляется в ряде промышленно развитых стран: в США, Канаде, Японии, странах Западной Европы [15].

**Слюды.** Промышленное значение имеют два вида природной слюды: мусковит и флогопит. Основным производителем листовой слюды в мире является Индия, где было добыто 6 тыс. т листового мусковита (при мировой добыче 7 тыс. т). Крупные месторождения листовой слюды известны в Бразилии и на Мадагаскаре [19, 20]. В России листовой мусковит из пегматитов добывается в основном в Мамско-Чуйском районе Иркутской области и в Карело-Кольском регионе. Мусковитные пегматиты известны также в Восточных Саянах (по р. Бирюса). Добыча флогопита ведется на Кольском полуострове, Алдане и в Прибайкалье. Крупнейшее *месторождение* флогопита разведано на Таймыре.

Природная мелкочешуйчатая слюда встречается в гранитах, пегматитах, гнейсах, метаморфических сланцах и глинистых отложениях. США занимают первое место в мире по производству слюдяного скрапа и мелкочешуйчатой слюды, причем 60% продукции приходится на долю Северной Каролины (пегматиты).

Большие запасы мелкочешуйчатого мусковита заключены в гнейсах Северного Казахстана [18, 21].

**Оптический кварц и пьезокварц.** По распространенности минералов в земной коре кварц занимает второе место после полевых шпатов, но его чистые бездефектные кристаллы (бесцветные прозрачные – горный хрусталь; темные, почти черные, просвечивающие или непрозрачные – морион) встречаются крайне редко. Природными источниками получения жильного кварца и кристаллокварцевого сырья являются пегматиты и гидротермальные кварцевые жилы. Кроме того, значительная часть кристаллокварцевого сырья извлекается из россыпей [19, 21].

Свыше 90% добычи кристаллов пьезооптического кварца в мире приходится на долю Бразилии: ее экспорт кристаллокварцевого сырья в последние десятилетия составляет около 74 т/год [15, 17]. Менее дефицитный жильный кварц (в том числе гранулированный) добывается во многих странах. В России кристаллы горного хрусталя добывают на Южном и Приполярном Урале и на Алдане. В США (Арканзас) добывают высококачественные кристаллы горного хрусталя, который широко используется в ювелирных изделиях. Там же добывают кварц с дефектами, непригодный для электроники, но использующийся для выращивания искусственных кристаллов пьезокварца. На Украине добывают преимущественно морион из пегматитов Волынской возвышенности. Месторождения горного хрусталя разрабатываются в Казахстане.

**Промышленные горные породы.** Масштабы современного промышленного и гражданского строительства привели к использованию больших масс самых разнообразных горных пород в качестве строительных материалов или исходного сырья для их производства. После простейшей механической обработки (просеивание, классификация, распил, обкалывание, полировка и др.) горные породы в зависимости от их прочностных, декоративных и других свойств употребляются в качестве *балластного, дорожного, бутового, бордюрного, стенового, облицовочного* и иного

строительного камня, в качестве крупных и мелких заполнителей бетонных изделий.

Наряду с расширением ассортимента необходимых в строительстве вяжущих материалов прогресс современной строительной индустрии идет в направлении создания новых строительных материалов, такие материалы получают главным образом за счет термической обработки различных горных пород и их смесей часто с различными природными и техногенными добавками. В результате получают многочисленные сорта и марки цементов, грубой керамики (в том числе строительный и огнеупорный кирпич), легких искусственных заполнителей бетонов, изделий и продуктов каменного литья.

Из горных пород также главным образом путем их термической обработки; получают различные конструкционные материалы (керамику, силикатное стекло, керметы, ситаллы, и др.).

Характерной особенностью месторождений горных пород, используемых как строительные материалы и как сырье для производства последних, являются значительные размеры, большие объемы перерабатываемой горной массы, обычно открытый способ разработки, географическая близость к потребителям, комплексность переработки сырья.

### **2.3. Энергетические ресурсы.**

#### **2.3.1 Структура мирового энергопотребления**

На протяжении тысячелетий основными видами используемой человеком энергии были химическая энергия древесины, потенциальная энергия воды на плотинах, кинетическая энергия ветра и лучистая энергия солнечного света. За последние 50 лет общий объем используемых в мире энергоресурсов вырос с 4 до 14,6 млрд. *тут (тонн условного топлива)*. Количество энергии, используемое в настоящее время человечеством в дополнение к силе человеческих мускулов огромно – не менее  $60 \cdot 10^9$  Дж на одного жителя Земли, что эквивалентно сжиганию 2 т угля или 10 баррелей нефти. Но это количество ничтожно мало по сравнению с солнечной

энергией, попадающей ежедневно на поверхность планеты –  $1,5 \cdot 10^{22}$  Дж [22]. Проблема энергии, как ресурса не в ее общем возможном количестве, а в том в каких количествах и из каких источников её получает человечество, исходя из своих возможностей и предпочтений. Только чуть более 20% энергии поступает из возобновляемых источников (гидроэлектростанции, ветровые, гидротермальные, приливные и т.д.установки) и от атомных станций, основная же энергия поступает от невозобновляемых источников, особенно горючих ископаемых (табл. 2.11) [23].

Таблица 2.11.

**Доля энергоносителей в мировом топливно-энергетическом балансе стран ОЭСР\*, % [23]**

Энергоносители	1973г.	1980г.	1990г.	1997г.	1998г.	1999г.	2000г
Уголь	24,9	24,6	25,7	23,8	23,7	23,1	23,6
Нефть	45,0	42,1	35	35,7	35,5	35,8	35,0
Природный газ	16,2	17,4	19,8	20,3	20,4	20,5	20,7
Возобновляемые источники	11,2	10,1	11,2	10,8	10,8	11,2	11,6
Атомная энергия	0,9	2,9	6,2	6,2	6,4	6,2	6,8
Гидроэнергия (включая геотермальную, приливную)	1,8	2,9	2,1	3,2	3,2	3,2	2,3
Всего	100	100	100	100	100	100	100

\*В Организацию экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) входят Австралия, Австрия, Бельгия, Великобритания, Венгрия, Германия, Греция, Дания, Ирландия, Исландия, Испания, Италия, Канада, Люксембург, Мексика, Нидерланды, Новая Зеландия, Норвегия, Польша, Португалия, Словацкая Республика, США, Турция, Финляндия, Франция, Чешская Республика, Швейцария, Швеция, Южная Корея, Япония.

В 19 в. главными источниками энергии стали ископаемые топлива: каменный уголь, нефть и природный газ. И в 20 веке основной прирост количества используемой в мире энергии обеспечивается за счет

использования нефти и газа. На сегодняшний день мировое хозяйство попало в достаточно жесткую зависимость от горючих ископаемых.

В связи с быстрым ростом потребления энергии возникли многочисленные проблемы и встал вопрос о будущих источниках энергии. Достигнуты успехи в области энергосбережения. В последнее время ведутся поиски более чистых видов энергии, таких, как солнечная, геотермальная, энергия ветра и энергия термоядерного синтеза.

Потребление энергии всегда напрямую связано с состоянием экономики. Увеличение валового национального продукта (ВВП) сопровождается увеличением потребления энергии, но энергоемкость ВВП (отношение использованной энергии к ВВП) в промышленно развитых странах постоянно снижается, а в развивающихся – возрастает.

Структура энергетических ресурсов [22]:

1. Горючие полезные ископаемые (уголь, нефть, природный газ, горючие сланцы)
2. Ядерное топливо (уран, торий, литий, дейтерий)
3. Внутреннее тепло Земли (геотермальная энергия)
4. Энергия Солнца (энергия потоков ветра, океанских течений, волн, биотопливо)
5. Гравитационная энергия (приливная энергия, энергия падающей воды)

Существуют три основных вида ископаемых энергоносителей: уголь, нефть и природный газ, которые относятся к *каустобиолитам*. Примерные значения теплоты сгорания этих видов топлива, а также разведанные и промышленные (т.е. допускающие экономически рентабельную разработку при данном уровне техники) запасы нефти представлены в таблицах 2.12 и 2.13 [3].

<b>Таблица 2.12. ТЕПЛОТВОРНАЯ СПОСОБНОСТЬ ИСКОПАЕМЫХ ТОПЛИВ</b>		
<b>Топливо</b>	<b>Теплотворная способность, ГДж</b>	
1 т каменного угля	30,5	
1 т нефти	46,6	
<b>Таблица 2.13. МИРОВЫЕ ЗАПАСЫ НЕФТИ (ОРИЕНТИРОВОЧНЫЕ ДАННЫЕ), МЛРД. Т</b>		
<b>Регион</b>	<b>Разведанные запасы</b>	<b>Промышленные запасы</b>
Ближний Восток	82	50
Страны СНГ	51	10
Африка	34	7,5
Латинская Америка	31	9,5
Дальний Восток и Океания	27	3
США	27	4
Китай	17	3
Канада	13	1
Западная Европа	3	3
Всего:	285	91

В связи с интенсивным использованием невозобновляемых ресурсов строятся различные прогнозы относительно перспектив нефтяной отрасли. Но очевидно, что на протяжении еще ряда десятилетий роль углеводородного сырья в развитии мировой экономики останется решающей. Энергетическая безопасность высокоразвитых государств будет определяться наличием надежных источников этого сырья. В то время как основными потребителями нефти являются высокоразвитые страны, значительное экспортное производство сконцентрировано в сравнительно небольшой группе развивающихся и переходных стран. Так, доля США в общемировом потреблении нефти составляет 25,4 %, тогда как их удельный вес в мировой добыче – всего 9,9 %. А развитые страны Северо-Восточной Азии (Япония, Южная Корея, Тайвань), вообще не добывая нефти, потребляют 11 % ее мирового производства. Быстро развивающийся Китай после 1993 года также

пополнил группу нетто-импортеров и теперь, добывая 4,8 % от мирового уровня производства нефти, потребляет 7,4 % (вместе с Гонконгом).

В свое время нефть потеснила уголь и вышла на первое место в мировом энергетическом балансе. Сегодня существует перспектива, что природный газ может оттеснить нефть на второй план. Ведь если эмиссионное загрязнение при производстве энергии на основе нефти в два раза с лишним меньше, чем при использовании торфа или угля, то природный газ, в свою очередь, в три раза чище, чем нефть[22, 24].

Для газа свойственна та же географическая диспропорция производства и потребления, что и для нефти. Так, хотя США и являются одним из двух мировых лидеров по добыче газа (21,7 % от мирового объема), но потребляют они больше (26,3 %). Еще больше от импорта природного газа зависят 15 стран Европейского союза, которые потребляют 15,2 %, хотя добывают только 8,3 % от мирового уровня. Учитывая истощение собственных месторождений, стратегию переориентации на природный газ и нарастающие процессы конвергенции газового и электрического секторов в Европе, ее зависимость от импорта газа будет медленно, но неуклонно расти. Как и в случае с нефтью, развитые страны Северо-Восточной Азии полностью зависят от импортируемого сжиженного природного газа (СПГ). К примеру, Япония, Южная Корея и Тайвань потребляют 4,4 % от мирового объема. Что касается Китая, то еще в 2002-м он добывал и потреблял равное количество природного газа (1,3 % вместе с Гонконгом). Однако с учетом стремительных темпов роста и заключенных долгосрочных контрактов на поставки газа Китай начинает превращаться в нетто-импортера [25].

В качестве ведущего производителя – экспортера природного газа в мире с большим отрывом выступает Россия. На ее долю приходится 22 % всей мировой добычи. И хотя внутреннее потребление газа достигает 15,3 % от общемирового объема (уступает только США), экспортный потенциал России (разница между добычей и потреблением) превышает суммарный



экспортный потенциал трех регионов мира – Ближнего Востока, Африки, Южной и Центральной Америки [25, 26].

Прогноз мирового энергопотребления предполагает к 2050г. использование 35-40 млрд. тут. При этом доли нефти и газа составят к 2020г. соответственно 29% и 26%, а к 2050г. – 20% и 27%. Долевое снижение обусловлено предполагаемым интенсивным использованием биомассы (рост к 2050 г. с 11 до 15%) и «нетопливной» энергетики – ядерной (с 2% в общем объеме первичных ТЭР – до 6%), возобновляемой (с 3% до 17%). При этом абсолютные объемы мирового энергопотребления будут расти: по нефти – с 5,4 млрд. тут в 2004 г. до 7,3 млрд. тут к 2020г. и до 8,4 млрд. тут к 2050г., по газу – с 3,4 млрд. тут до 5,5 млрд. тут к 2020г. и до 10,7 млрд. тут к 2050г [26, 27].

### 2.3.2. Углеводородные ресурсы - нефть и газ.

Нефть и газ относятся к нефтяному ряду *каустобиолитов*. Нефтяной ряд включает: нефть и ее производные (озокериты, асфальты и др.), газы, т.е. вещества, образование и условия залегания которых связаны с процессами миграции. Этот ряд относится к эпигенетичным *каустобиолитам*. Миграционные *каустобиолиты* представляют собой систему сложных природных растворов, которые не смешиваются с природными водами и поэтому находятся в недрах в газообразном, жидком, полужидком и твердом состоянии [28].

Все известные залежи нефти и газа (99,9%) заключены в осадочных породах. Нефть и газ занимают пустоты в терригенных и карбонатных породах. Вместе с нефтью и газом в пустотном пространстве находится вода.

Пустотное пространство пород представлено *порами, кавернами, трещинами, биопустотами (внутриформенные и межформенные)*.

Пустоты могут быть изолированными и объединенными в общую систему каналами разной протяженности, сечения, формы, генезиса и т.д., и определяют емкость порового пространства и его способность фильтровать флюиды при перепаде давления.

Горные породы, обладающие способностью вмещать нефть, газ и воду, и отдавать их при разработке, называют *коллекторами*. Когда углеводороды попадают в замкнутое пространство (ловушку) они образуют *залежь*. Залежи классифицируются по составу флюидов:

1. Нефтяные
2. Нефтяные с газовой шапкой
3. Нефтегазовые
4. Газовые с нефтяной оторочкой
5. Газоконденсатные
6. Газоконденсатно-нефтяные
7. Газовые

Кроме того, залежи нефти и газа классифицируются по запасам углеводородного (УВ) сырья (таб.2.14.).

Таблица 2.14.

**Классификации залежей по запасам УВ в РФ и США**

Залежи, категория	Запасы нефти, в млн. т	Запасы газа, в млрд. м <sup>3</sup>
<b>Россия (2001г.)</b>		
Уникальные	более 300	более 500
Крупные	300-60	500-75
Средние	60-15	75-40
Мелкие	менее 15	менее 40
<b>США</b>		
A	более 6.85	более 8.5
B	3.42-6.85	4.2-8.5
C	1.37-3.42	1.7-4.2
D	0.14-1.37	0.2-1.7
E	менее 0.14	Менее 0.2
F	Не рентабельные для разработки	

Различия в классификациях объясняются более высоким технологическим уровнем добычи в США и недооценкой в России небольших залежей.

По сложности геологического строения залежи разделяются на сложные и очень сложные, что связано со степенью нарушенности нефтегазоносных структур и невыдержанностью по различным параметрам коллекторских свойств продуктивных пластов.

Составными частями осадочных бассейнов являются нефтегазоносные комплексы.

Часть разреза осадочного бассейна, которая содержит скопления нефти и газа и характеризуется относительным единством: условий накопления пород, формирования коллекторов, флюидоупоров, накопления и преобразования органического вещества, формирования гидродинамической системы - называют **нефтегазоносным комплексом**.

А совокупность залежей, контролируемых единым структурным элементом, и заключенных в недрах одной и той же площади формирует **месторождение** нефти и газа [29].

Месторождения нефти и газа классифицируются по различным признакам, среди которых наиболее существенные следующие [28, 30]:

1. Число залежей, объединяемых в **месторождение**;
2. Генезис и морфология структурных форм, образующих **месторождение**.
3. Генетическое положение месторождения;
4. Фазовое состояние УВ систем;
5. Запасы нефти и газа.

Запасы нефти и газа по степени изученности по действующей российской классификации подразделяются на разведанные: категории А, В и С<sub>1</sub> - и предварительно оцененные - категория С<sub>2</sub>. Ресурсы по степени их обоснованности подразделяются на перспективные (С<sub>3</sub>) и прогнозные (D<sub>1</sub> и D<sub>2</sub>). К категории А относятся запасы, детально изученные разведочным и эксплуатационным бурением и находящиеся в промышленной разработке. К В - запасы, изученные разведочным бурением или находящиеся в опытно-промышленной эксплуатации. К С<sub>1</sub> - запасы по новым залежам,

нефтегазоносность которых установлена на основании благоприятных показателей геологоразведки, а также запасы части залежи, примыкающей к площадям с запасами категории В. К  $C_2$  относятся запасы в известных нефтегазовых провинциях по разведанным месторождениям на неразведанных перспективных участках и по тектоническим блокам, примыкающим к запасам более высоких категорий, а также по вскрытым пластам, нефтегазоносность которых установлена по данным промыслово-геофизических исследований, или на новых площадях, условия залегания залежей в пределах которых определены достоверными для данного района методами геологических и геофизических исследований. К  $C_2$  также относятся запасы в новых нефтегазовых провинциях, где условия залегания залежей и продуктивность горизонтов установлены на основании геолого-геофизических исследований и где получены промышленные притоки нефти и газа в единичных скважинах. Категория  $C_3$  - перспективные ресурсы площадей, подготовленных для бурения и находящихся в пределах нефтегазоносного района. Категория  $D_1$  - прогнозные ресурсы нефти и газа, оцениваемые в пределах крупных структур с доказанной промышленной нефтегазоносностью. Категория  $D_2$  - прогнозные ресурсы нефти и газа, оцениваемые в пределах крупных региональных структур, промышленная нефтегазоносность которых еще не доказана [32, 33].]

В зависимости от того, какие флюиды составляют месторождения, они подразделяются согласно фазовому составу залежи, т.е. выделяются нефтяные, газовые, газоконденсатные. Если в месторождении, присутствуют флюиды разного типа, то при характеристике такого типа месторождений на 1-ое место ставится флюид с наименьшей величиной запасов.

### ***2.3.3. Распределение углеводородного сырья в мире***

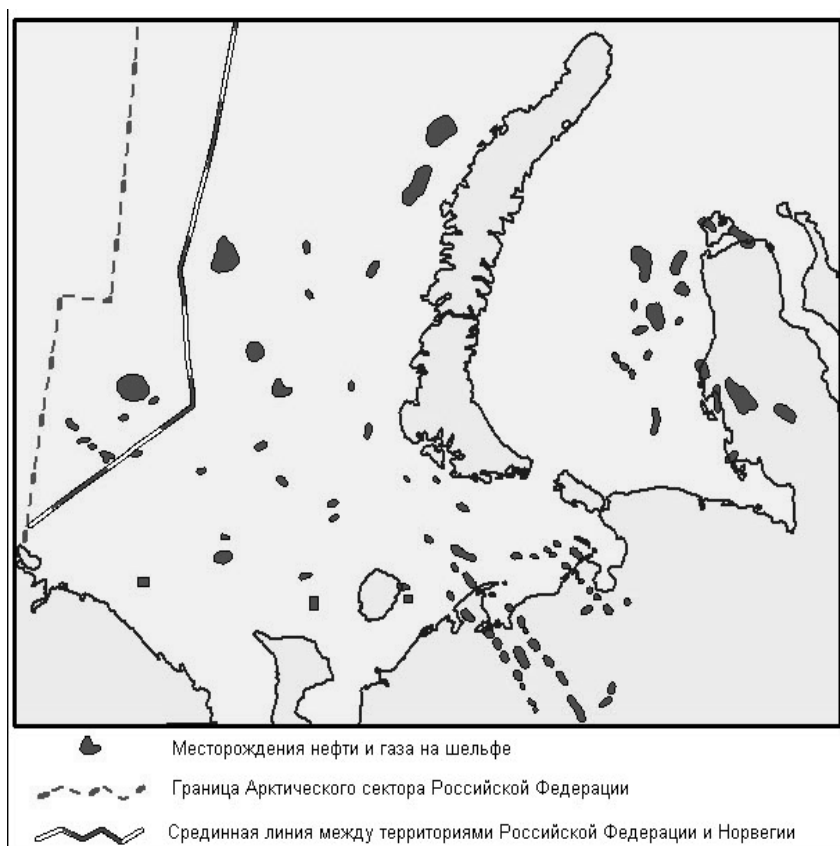
Нефтегазоносные осадочные бассейны обычно связаны с определенными геологическими структурами. Практически все крупные залежи нефти приурочены к геосинклиналям. Осадконакопление в таких условиях происходило синхронно с тектоническим опусканием; поэтому

моря, затапливавшие пониженные элементы рельефа, были неглубокими, и даже при общей мощности в бкм нефтеносные отложения сложены мелководными фациями [34].

Нефть и газ встречаются в породах различного возраста – от кембрийских до плиоценовых. Иногда нефть добывается и из докембрийских пород, однако полагают, что ее проникновение в эти породы вторично. Наиболее древние залежи нефти, приуроченные к палеозойским породам, установлены главным образом на территории Северной Америки

Основные мировые запасы нефти и газа содержатся в платформенных *месторождениях*: соответственно 96% и 99 %. Именно на Восточно-Европейской, Западно-Сибирской, Северо-Американской, Аравийской, Африканской платформах сосредоточено основное количество гигантских месторождений, которые дают почти всю добычу нефти и газа в мире.

Незначительная часть нефтегазоносных месторождений приурочена к складчатым областям и эпиплатформенным внутриорогенным впадинам.



**Рисунок 2.8. Схема расположения месторождений нефти и газа на шельфе Баренцева и Карского морей.**

Большая часть нефтяных месторождений приурочена к внутриматериковым депрессиям и окраинам материков: 1) Персидский залив – Северная Африка; 2) Мексиканский залив – Карибское море (включая прибрежные районы Мексики, США, Колумбии, Венесуэлы и о.Тринидад); 3) острова Малайского архипелага и Новая Гвинея; 4) Западная Сибирь; 5) северная Аляска; 6) Северное море (главным образом норвежский и британский секторы); арктический шельф (рис. 2.8) о. Сахалин с прилегающими участками шельфа [35]. Мировые запасы нефти составляют более 132,7 млрд. т. Из них 74% приходится на Азию, в том числе Ближний Восток (65,4%): Саудовская Аравия, Россия, Ирак, ОАЭ, Кувейт, Иран, Венесуэла, Мексика, Ливия, Китай, США, Нигерия, Азербайджан, Казахстан, Туркмения, Норвегия (в порядке убывания). Наибольшие доказанные запасы нефти имеет на сегодняшний день Ближний Восток: в 2002-м году они оценивались в 685,6 млрд. *баррелей* (Один баррель нефти = 0.1364 тонны нефти) [36].

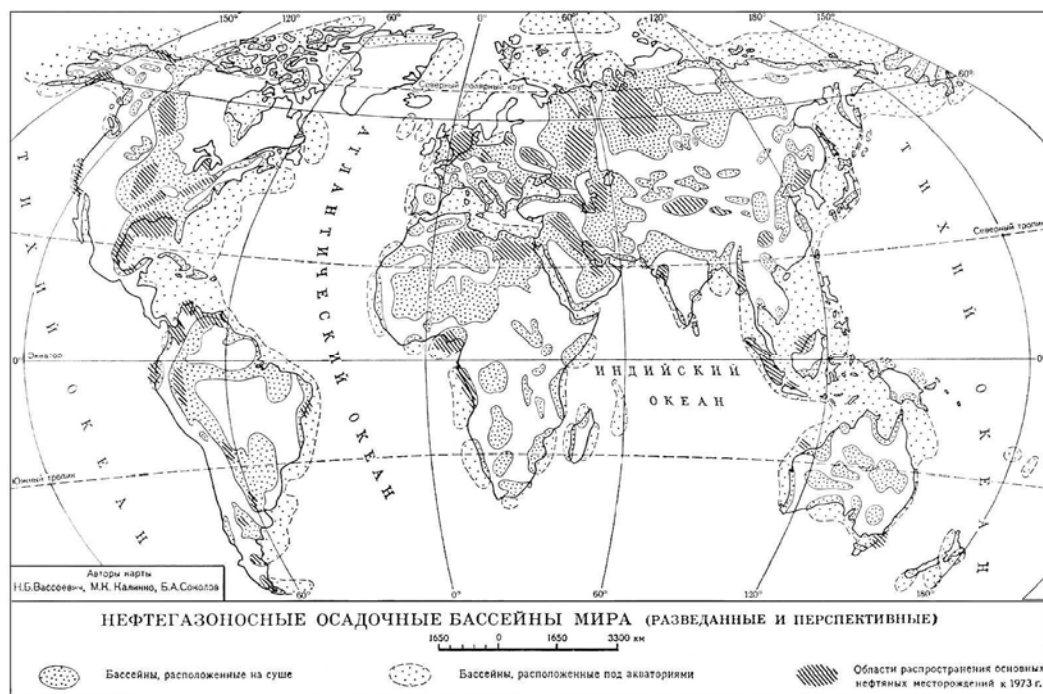


Рис. 2.9. Карта нефтегазоносных осадочных бассейнов (по Н.Б. Вассоевичу, 1988.)

Объем мировой добычи нефти составляет ок. 3,1 млрд. т, т.е. почти 8,5 млн. т в сутки. Добыча ведется 95 странами, причем более 77% продукции сырой нефти приходится на долю 15 из них, включая Саудовскую Аравию (12,8%), США (10,4%), Россию (9,7%), Иран (5,8%), Мексику (4,8%), Китай (4,7%), Норвегию (4,4%), Венесуэлу (4,3%), Великобританию (4,1%), Объединенные Арабские Эмираты (3,4%), Кувейт (3,3%), Нигерию (3,2%), Канаду (2,8%), Индонезию (2,4%), Ирак (1,0%) [37, 38].

*Северная Америка.* В США около 88% всей добычи нефти приходилось на Техас (24%), Аляску (23%), Луизиану (14%), Калифорнию (13%), Оклахому (4%), Вайоминг (3,5%), Нью-Мексико (3,0%), Канзас (2%) и Северную Дакоту (1,4%).

Среди наиболее крупных *месторождений* выделяются Белл-Крик в юго-восточной Монтане, Солт-Крик и впадина Элк в Вайоминге, Рейнджли в западном Колорадо и нефтегазоносный район Сан-Хуан на северо-западе Нью-Мексико.

Промышленная добыча нефти в Тихоокеанской геосинклинальной провинции сосредоточена в Калифорнии и на севере Аляски, где находится одно из крупнейших нефтегазовых месторождений в мире – Прадхо-Бей. В пределах Арктического фаунистического резервата месторождения не разрабатываются, но их нефтяные ресурсы оцениваются почти в 1,5 млрд. т. Основной нефтегазоносный район Калифорнии – долина Сан-Хоакин – включает такие крупнейшие месторождения, как Сансет-Мидуэй, Кеттлмен-Хиллс и Коалинга.

В Мексике основные залежи нефти и газа находятся на побережье Мексиканского залива в районах Тампико, Поса-Рика-де-Идальго и Минатитлан.

*Южная Америка.* Крупнейший нефтегазоносный бассейн этой части света Маракайбо расположен в пределах Венесуэлы и Колумбии. Венесуэла – ведущий производитель нефти в Южной Америке. Второе место

принадлежит Бразилии, третье – Аргентине, а четвертое – Колумбии. Нефть добывается также в Эквадоре, Перу и Тринидаде и Тобаго.

*Европа и страны СНГ.* В конце 20 века добыча нефти в России составила 306,7 млн. т. Большинство вновь осваиваемых месторождений (94) находится в Западной Сибири. Крупные месторождения имеются также на Северном Кавказе, в Волго-Уральском районе, Восточной Сибири и странах Центральной Азии. Один из крупнейших в мире нефтегазоносных бассейнов находится в Азербайджане в районе Баку.

В 1970-х годах были открыты крупных залежей нефти и газа в Северном море, что вывело Великобританию на второе место в Европе по добыче нефти, а Норвегию – на третье

*Ближний Восток.* Главные производители нефти в этом регионе – Саудовская Аравия, Иран, Ирак, ОАЭ и Кувейт. В Омане, Катаре и Сирии добывается более 266 тыс. т нефти в сутки. Основные месторождения нефти в Иране и Ираке расположены вдоль восточной периферии Месопотамской низменности (самые крупные из них – южнее города Босра), а в Саудовской Аравии – на побережье и шельфе Персидского залива.

*Южная и Восточная Азия.* Ведущим производителем нефти здесь является Китай, где суточная добыча составляет ок. 407,6 тыс. т. Крупнейшие месторождения – Дацин в провинции Хэйлуцзян (ок. 40% всей добычи Китая), Шэнли в провинции Хэбэй (23%) и Ляохэ в провинции Ляонин (ок. 8%). Нефтегазоносные бассейны широко распространены также в центральных и западных районах Китая.

Второе место по добыче нефти и газа в этом регионе занимает Индия. Основные их запасы сосредоточены в осадочных бассейнах, обрамляющих докембрийский щит. Добыча нефти на территории Индонезии началась с 1893 (о. Суматра) и достигла промышленных масштабов в 1901. В настоящее время Индонезия производит 207,6 тыс. т нефти в сутки, а также большое количество природного газа.



*Африка.* Наибольшее количество нефти производят Нигерия и Ливия, значительны также месторождения Алжира и Египта.

#### 2.3.4. Запасы и месторождения углеводородов Мирового океана

В пределах Мирового океана установлено около 70 нефтегазоносных или потенциально нефтегазоносных бассейнов или провинций (таб. 2.15) [39].

Таблица 2.15.

**Начальные потенциальные извлекаемые ресурсы нефти и газа по океанам (шельф), млрд. т условного топлива [Грамберг, 2008].**

Автор подсчета	Океан			
	Тихий	Индийский	Атлантический	Северный Ледовитый
В.А. Левченко, 1984 [2]	9,00	35,30	44,32	10,00*
А.А. Геодекян и др., 1988 [1] с дополнениями (Грамберг И.С., 1994)	16,04	57,40	47,36	83,48

\* Только Северная Америка и Гренландия.

Генетически они разнородны, поэтому при анализе они группируются по географическому признаку в семь основных регионов: Северный Ледовитый океан, Северная Атлантика, Южная Атлантика, западная часть Индийского океана, восточная часть Индийского океана, западная часть Тихого океана, восточная часть Тихого океана [40, 41].

Северный Ледовитый океан является наименее изученным в нефтегазоносном отношении. Он характеризуется сложными природно-климатическими условиями, сдерживающими освоение его нефтегазовых ресурсов. Относительно исследована юго-западная часть, где выделяют Северо-Аляскинский, дельты р. Макензи — моря Бофорта и Свердрупский нефтегазоносные бассейны. Кроме того, к потенциально нефтегазоносным относят бассейны на шельфе Гренландии и Евразии.

В целом, разведанные извлекаемые запасы углеводородов 16 морских месторождений Северо-Аляскинского бассейна составляют 1,5 млрд. т нефти

и 750 млрд. м. газа. Потенциальные ресурсы оцениваются приблизительно в 3 млрд. т нефти и 1,7 трлн. м<sup>3</sup>. газа. В пределах Северо-Аляскинского нефтегазоносного бассейна площадью 462 тыс. км выявлено свыше 30 месторождений углеводородов. Наиболее крупное *месторождение* бассейна Прадхо-Бей открыто в 1968г. [40, 41, 42].

Нефтегазоносный бассейн дельты р. Маккензи — моря Бофорта занимает площадь 120 тыс. км. Всего в бассейне выявлено 25 нефтяных и газовых месторождений, доказанные запасы нефти оцениваются в 720 млн. т, газа - в 210 млрд. м<sup>3</sup>. На шельфе соответственно - 500 млн. т и 100 млрд. м<sup>3</sup>. Потенциальные извлекаемые ресурсы бассейна от 4,5 до 9,6 млрд. т нефти и приблизительно 1,7 трлн. м<sup>3</sup> газа.

Свердрупский нефтегазоносный бассейн имеет площадь 280 тыс. км<sup>2</sup> и занимает большую часть Арктического архипелага Канады. В целом, для этого бассейна потенциальные извлекаемые ресурсы углеводородов оцениваются в 250 млн. т нефти и 1,13 трлн. м<sup>3</sup> газа.

Суммарная оценка потенциальных нефтегазовых ресурсов юго-западной части Северного Ледовитого океана (Арктический мегабассейн Северной Америки) составляет: 2,5—4,2 млрд. т нефти и 3,4—4,5 трлн. м<sup>3</sup> газа, или 5,2—7,8 млрд. т углеводородов в пересчете на нефть. Здесь уже выявлено 60 морских и прибрежно-морских месторождений, в том числе 35 нефтяных и нефтегазовых и 25 газовых и газоконденсатных. [40, 41]. Нефтегазоносные бассейны Северной Атлантики располагаются в пределах подводных окраин Европейского и Северо-Американского материков, а также во внутренних морях типа Средиземного и Черного. К наиболее крупным нефтегазоносным бассейнам относятся: Норвежский, Североморский, Юго-Западной Европы, Лабрадорский, Мексиканский, Карибский, Западно-Средиземноморский, Адриатический, Восточно-Средиземноморский и Южно-Каспийский.

Норвежский нефтегазоносный бассейн расположен вдоль северо-западного побережья Скандинавского полуострова (Норвежское море).

В начале 80-х годов в северных районах Норвежского бассейна (юг Баренцева моря) установлены газовые залежи в триасовых и юрских песчаниках, залегающие на глубине 2,5 км, на площадях Тромсё и Хейдрун (банка Хальтен). На первой из них дебиты газа составили до 1 млн. м<sup>3</sup> и конденсата до 30 м<sup>3</sup> в сутки.

Североморский нефтегазоносный бассейн площадью 660 тыс. км<sup>2</sup> охватывает большую часть акватории Северного моря. К настоящему времени в Северном море открыто более 100 нефтяных и около 80 газовых месторождений, из которых извлекается 24 % нефти и 30 % газа от общемировой морской нефтегазодобычи. Суммарные извлекаемые запасы углеводородов оцениваются в 7,5 млрд. т, из которых более 4 млрд. т приходится на долю нефти.

Нефтегазоносный бассейн Юго-Западной Европы охватывает подводную ее окраину. В составе подводной окраины выделяют юго-западный шельф Франции в Бискайском заливе (Армориканский шельф), шельф Пиренейского полуострова (Испанский шельф) и Португальский шельф. Потенциальные ресурсы шельфа Юго-Западной Европы оцениваются невысоко: 0,3—0,6 млрд. т нефти и 0,1—0,3 трлн. м<sup>3</sup> газа.

Лабрадорский нефтегазоносный бассейн занимает северо-восточную часть атлантической окраины Северной Америки. В составе Лабрадорского нефтегазоносного бассейна можно выделить несколько нефтегазоносных областей (суббассейнов), из которых наиболее значительны Балтимор-Каньон (81 млн. т нефти и 116 млрд. м<sup>3</sup> газа), Новошотландская, Большой Ньюфаундлендской банки (177 млн. м<sup>3</sup> нефти и 150 млрд. м<sup>3</sup> газа.) и Лабрадорская (1,4 млрд. м<sup>3</sup> газа и 600 млн. т нефти).

Мексиканский нефтегазоносный бассейн: его площадь почти 2 млн. км<sup>2</sup>. По оценкам американских геологов, это единственное место Мирового океана, где целесообразно бурение скважин на нефть и газ глубиной более 7,5 км. На северном шельфе Мексиканского залива в 200 км от берега открыто более 130 нефтяных и 410 газовых месторождений с начальными

извлекаемыми запасами более 1 млрд. т нефти и 2,33 трлн. м<sup>3</sup> газа. 85 % разведанных запасов нефти северного шельфа Мексиканского залива (Голф-Кост) связано с 27 месторождениями, расположенными на шельфе штатов Луизиана и Техас. Месторождения концентрируются в зоне погребенного Миссисиппского рифта, выраженного в рельефе дна каньоном. Начальные разведанные запасы западного шельфа Мексиканского залива оценивались в 300 млн. т нефти и 70 млрд. м<sup>3</sup> газа, неоткрытые запасы — в 100 млн. т нефти и 30 млрд. м<sup>3</sup> газа. В юго-западной части Мексиканского залива находится шельф залива Кампече. Начальные извлекаемые запасы нефти и газа в заливе Кампече, включая глубоководную часть, оценивают от 5 до 10 млрд. т.

Высокие перспективы нефтегазоносности и у шельфов п-ов Юкатан и Флорида. Мощность осадков здесь 3—6 км. Однако пробуренные скважины пока не дали положительных результатов. Перспективна и глубоководная часть Мексиканского залива (впадина Сигсби).

Общие начальные потенциальные извлекаемые ресурсы Мексиканского залива оцениваются в 6,3 млрд. т нефти и 4,8 трлн. м<sup>3</sup> газа. В пересчете на нефть это составит более 10 млрд. т углеводородов, в том числе 4,5 млрд. т в акватории США и 5,6 млрд. т в акватории Мексики.

Карибский нефтегазоносный бассейн. В пределах бассейна наибольшие концентрации углеводородов известны в заливе (лагуне) Маракайбо (Маракайбский нефтегазоносный суббассейн). Регион характеризуется извлекаемыми запасами нефти более 7 млрд. т, причем почти 2/3 их (от 3,12 до 4,5 млрд. т) концентрируются в недрах нефтяного гиганта — месторождения Боливар Прибрежный (Боливар-Кост). В состав гигантского месторождения входит несколько самостоятельных месторождений: Тиа-Хуана, Лагунилас, Бачакуэр, Мене Гранде, объединенных единым контуром нефтегазоносности. К западу от Боливара Прибрежного в бассейне озера открыто еще два нефтяных гиганта — Лама и Ламар. Извлекаемые запасы месторождения Лама оцениваются в 285 млн. т. *Месторождение* Ламар имеет извлекаемые запасы нефти 180 млн. т, а годовую добычу 6 млн. т. На

южном шельфе Карибского моря значительные перспективы связывают с недрами Венесуэльского залива. Потенциальные ресурсы оцениваются в 800 млн. т нефти и 200 млрд. м<sup>3</sup> газа. К западу от залива открыто два газовых месторождения. К востоку от него в пределах Колумбийского шельфа также установлена промышленная газоносность.

На атлантической окраине Карибского бассейна находится Тринидадский нефтегазоносный суббассейн, охватывающий залив Парна, о. Тринидад и его атлантический шельф. В пределах акватории уже открыто свыше 30 месторождений углеводородов с извлекаемыми запасами нефти 181 млн. т и газа 282 млрд. м<sup>3</sup>.

Средиземноморские нефтегазоносные бассейны располагаются в западной и восточной частях Средиземного моря, общая площадь которого 2,5 млн. км<sup>2</sup>. Всего в Средиземном море выявлено свыше 40 нефтяных и 60 газовых месторождений с разведанными извлекаемыми запасами 500 млн. т нефти и более 400 млрд. м<sup>3</sup> газа. Общий начальный углеводородный потенциал Средиземного моря оценивается в 1,5 млрд. т нефти и 1 трлн. м<sup>3</sup> газа, или около 2,5 млрд. т углеводородного сырья.

Южно-Каспийский нефтегазоносный бассейн: общая площадь провинции — 250 тыс. км<sup>2</sup>, из них 145 тыс. км под водами Южного Каспия. **Месторождения** нефти и газа открыты как на Апшеронском, так и на Туркменском шельфах. Наиболее известный морской промысел — Нефтяные камни.

В Южной Атлантике можно выделить несколько нефтегазоносных бассейнов, из которых наибольший интерес представляют следующие: Гвинейский или Конго-Нигерийский (Африканский шельф), Амазонский и Реконкаво-Кампус (Южно-Американский шельф).

Общие начальные потенциальные извлекаемые запасы на атлантическом шельфе Африки оцениваются в 5,1 млрд. т углеводородов.

Амазонский нефтегазоносный бассейн охватывает шельф в основном северо-восточного побережья Бразилии, а также шельфы Гвианы и

Суринама. Суббассейн Кампус - основной морской нефтегазодобывающий район Бразилии. Потенциальная нефтедобыча составляет около 18 млн. т в год. Общая стоимость освоения этого района оценивается в 3 млрд. долларов США. Себестоимость 1 т нефти — 44,5 долларов США. Всего на Атлантическом шельфе Южной Америки открыто более 60 месторождений нефти и газа с начальными извлекаемыми запасами более 250 млн. т нефти и около 200 млрд. м<sup>3</sup> газа.

Западная часть Индийского океана. Включает в себя подводную континентальную окраину Восточной Африки, Красное море, шельфовые зоны Аравийского полуострова (в том числе и Персидский залив), а также западный шельф Индийского субконтинента. Промышленная нефтегазоносность установлена в пределах подводной континентальной окраины и в межконтинентальных акваториях. Наиболее крупные нефтегазоносные бассейны следующие: Красное море, Персидский залив и западный (Бомбейский) шельф Индии.

Нефтегазоносный бассейн Красного моря охватывает узкую рифтогенную впадину шириной 200—300 км и протяженностью 2 тыс. км. Рифт разделяет Африканскую и Аравийскую плиты. На севере впадина Красного моря разветвляется, образуя два залива Суэцкий и Акабский, каждый из которых имеет рифтогенное строение. Основные ресурсы углеводородов Красного моря приурочены к Суэцкому нефтегазоносному суббассейну. Его протяженность 300 км при ширине 60 —80 км, площадь 20 тыс. км<sup>2</sup>. В суббассейне открыто 44 нефтяных месторождения, из них 29 морских и 3 прибрежно-морских.

Нефтегазоносный бассейн Персидского залива охватывает залив и прилегающую часть суши. В его пределах находятся территориальные воды Саудовской Аравии, Кувейта, Ирака, Ирана и Объединенных Арабских Эмиратов (ОАЭ). Общая площадь залива — 239 тыс. км<sup>2</sup>, площадь бассейна с его сухопутной частью — 720 тыс. км<sup>2</sup>. Здесь выявлено около 70 нефтяных и 6 газовых месторождений, которые группируются вдоль разломов северо-

западного и северо-восточного простирания. Персидский залив характеризуется высокой концентрацией запасов нефти в сравнительно небольшом числе гигантских месторождений. Более половины нефтяных ресурсов этого региона сосредоточено всего в 13 месторождениях. Непосредственно в заливе расположены следующие гигантские месторождения нефти: Сафания-Хафджи, Манифа, Ферейдун-Марджан, Абу-Сафа, Умм-Шейф, Берри, Зулуф, Зукум, Лулу-Эсфандияр, Эль-Букуш и др.[42].

Сафания (Сафания-Хафджи) — крупнейшее в мире морское *месторождение* принадлежит Саудовской Аравии. Южнее месторождения Сафания находится второй нефтяной гигант Персидского залива — *месторождение* Манифа - с извлекаемыми запасами 1,5 млрд. т. Антиклинальная складка, к которой приурочены залежи, находится в 13 км от берега. В непосредственной близости от Сафании-Хафджи открыто еще два нефтяных гиганта — месторождения Зулуф и Лулу-Эсфандияр, запасы которых оценивают соответственно в 0,78 и 4 млрд. т нефти. В 50 км от западного берега Персидского залива находится еще одно крупное нефтяное *месторождение* — Абу-Сафа (568 млн. т нефти). Нефть содержится в трещинах и в кавернах известняков позднеюрского возраста (свита Араб).

Бомбейский (Индский, Западно-Индийский) нефтегазоносный бассейн сформировался на западном шельфе Индийского субконтинента на продолжении Камбейского рифта. Наиболее крупное нефтяное *месторождение* этого бассейна — Бомбей-Хан, выявленное в 160км от Бомбея. Запасы месторождения до 250 млн. т нефти. Нефть легкая, дебиты скважин 200—500 т/сут. Эксплуатация месторождения начата в 1976г., потенциальная добыча — до 10 млн. т в год [42].

К северу от Бомбейского свода открыты нефтяное *месторождение* Дну и газовое Дом, а к востоку и югу — еще шесть месторождений нефти и газа. Общие разведанные извлекаемые запасы нефти Бомбейского бассейна 400 млн. т.

Восточный сегмент Индийского океана включает в себя Бенгальский залив вместе с шельфами Индии, Бангладеш и Бирмы, глубоководные котловины. Наиболее значительны нефтегазоносные бассейны Бенгальский и Западно-Австралийский.

В Западной части Тихого океана существуют обширные впадины окраинных морей, которые и образуют нефтегазоносные бассейны. Наиболее крупные в нефтегазоносном отношении бассейны находятся в морях Юго-Восточной Азии (Зондский шельф): Явано-Суматринский, Южно-Китайский, Восточно-Калимантайский. С юга к ним примыкает северный шельф Австралии, где наиболее значителен нефтегазоносный бассейн Папуа. В юго-западной части Тихого океана имеются Новозеландский нефтегазоносный бассейн и бассейн Гипсленд.

Южно-Китайский нефтегазоносный бассейн расположен в пределах одноименного моря, включая и Сиамский залив. Всего в Южно-Китайском нефтегазоносном бассейне выявлено 125 нефтяных и газовых месторождений с начальными разведанными запасами около 900 млн. т нефти и более 900 млрд. м<sup>3</sup> газа. Всего в морях Юго-Восточной Азии открыто 231 нефтяное и газовое *месторождение* с начальными доказанными запасами нефти более 1,2 млрд. т и газа около 1,1 трлн. м<sup>3</sup>. Неоткрытые извлекаемые ресурсы этого региона оцениваются в 1,2—2,7 млрд. т нефти и 1,7—4,2 трлн. м<sup>3</sup> газа.

Восточная часть Тихого океана охватывает восточную активную подводную окраину Северной и Южной Америки. Вдоль восточной части Тихоокеанского побережья целесообразно выделить следующие основные нефтегазоносные бассейны: Южно-Аляскинский, Южно-Калифорнийский, Гуаякиль-Прогрессо.

Южно-Аляскинский нефтегазоносный бассейн протягивается вдоль побережья Северной Америки до широты г. Сан-Франциско. Общие потенциальные неоткрытые запасы Южно-Аляскинского бассейна составляют около 1 млрд. т нефти и 0,54 трлн. м<sup>3</sup> газа.



Южно-Калифорнийский нефтегазоносный бассейн располагается в осевой зоне рифтовой долины Восточно-Тихоокеанского срединно-океанического хребта. Начальные доказанные запасы месторождений составили более 1,5 млрд. т нефти. Большинство месторождений прибрежные, 17 из них находятся непосредственно в проливе Санта-Барбара. В целом, неоткрытые запасы тихоокеанского шельфа США оцениваются в 140—900 млн. т нефти и 30 — 220 млрд. м<sup>3</sup> газа.

Нефтегазоносный бассейн Гуаякиль-Прогрессо находится на шельфе Эквадора и Перу. Здесь открыто 60 мелких и средних нефтяных месторождений, среди которых одно крупное — Ла Бреа — Паринас (140 млн. т) на побережье Перу, а также газовое *месторождение* Амистад (163 млрд. м<sup>3</sup>) на шельфе Эквадора. В южной части залива Гуаякиль выявлено 17 морских месторождений нефти, из них наиболее значительные Гумбольдт, Литораль, Провидения. Годовая добыча нефти на морских месторождениях этого региона составляет порядка 15 млн. т [40, 41, 42, 43].

### **2.3.5. Уголь и горючие сланцы**

Уголь является важным национальным природным ресурсом в первую очередь благодаря своей энергетической ценности. Авторитетные специалисты и эксперты полагают, что к середине XXI в., несмотря на продолжающийся поиск альтернативных источников энергии, в мировом топливно-энергетическом балансе снова будет преобладать уголь [44].

Среди ведущих мировых держав только Япония не располагает большими запасами угля. Хотя уголь – самый распространенный вид энергоресурсов, на нашей планете имеются обширные территории, где угольных месторождений нет.

Угли относятся к *каустобиолитам*, они образуются из остатков растений в застойных пресноводных водоёмах [45]. Первоначальной стадией образования углей является торф – низкосортный горючий материал с низкой теплотворной способностью. Наибольшие запасы торфа на планете

находятся в России. Захороненный и уплотненный торф претерпевает серию реакций, со временем происходит углефикация, приводящая к увеличению сортности топлива. Угли различаются по теплотворной способности: она самая низкая у бурого угля (лигнита) и самая высокая - у антрацита (твердого блестящего черного угля). Чем уголь древнее, тем он глубже захоронен и обычно более высокосортный. Мировая добыча угля составляет 4,7 млрд. т в год. Однако во всех странах в последние годы проявляется тенденция к снижению его добычи, поскольку он уступает место другим видам энергетического сырья – нефти и газу. Хотя с 2000 г. наметилась тенденция увеличения мировой добычи угля табл. 2.16.

Таблица 2.16

**Динамика мирового производства угля, млн. т по годам. [Тулеев А.М., 2003]**

Топливо	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Каменный уголь	3724,9	3806,9	3833,3	3769,8	3678,9	3640,9	3833,0
Бурый уголь	933,3	945,3	925,0	913,3	878,2	894,8	903,0
Всего:	4658,2	4752,2	4758,3	4683,1	4557,1	4535,7	4736,0
+/- к предыдущему году		+94,0	+6,1	-75,2	-126,0	-21,4	+200,3
%% к предыдущему году		1,97	0,13	1,58	2,69	0,47	4,40

В ряде стран добыча угля становится нерентабельной в связи с отработкой наиболее богатых и сравнительно неглубоко залегающих пластов. Многие старые шахты закрываются как убыточные. Первое место по добыче угля занимает Китай, за ним следуют США, Австралия и Россия. Значительное количество угля добывается в Германии, Польше, ЮАР, Индии, на Украине и в Казахстане.

**Запасы угля.** Большая часть извлекаемых запасов приходится на Северную Америку, Азию и Европу, континенты Южного полушария сравнительно бедны углем. Три четверти мировых запасов, составляющих по приближенной оценке 10 трлн. т, приходятся на страны бывшего СССР, США и КНР (табл. 2.17) [46].

**Мировые запасы каменного угля (ориентировочные данные)**

<b>Регион</b>	<b>Млрд. т</b>
Страны СНГ	4400
США	1570
Китай	1570
Западная Европа	865
Океания	800
Африка	225
Азия (без стран СНГ и Китая)	185
Канада	65
Латинская Америка	60
Всего:	9740

Хотя угля на Земле гораздо больше, чем нефти и природного газа, его запасы не безграничны. В конце 20 века мировое потребление угля составляло более 2,3 млрд. т в год. В отличие от потребления нефти, потребление угля существенно увеличилось не только в развивающихся, но и в промышленно развитых странах. По существующим прогнозам, запасов угля должно хватить еще на 420 лет. Но если потребление будет расти нынешними темпами, то его запасов не хватит и на 200 лет. Распределение запасов угля по странам приведено в таблице 2.18.

Таблица 2.18.

## Распределение мировых запасов угля по странам млн. т. [Тулеев А.М., 2003]

Страны	Каменный уголь	Бурый уголь	Всего:	Доля мировых запасов, %
США	111338	135305	246643	25,1
Россия	49088	107922	157010	15,9
Китай	62200	52300	114500	11,6
Австралия	47300	43100	90400	9,2
Индия	72733	2000	74733	7,6
Германия	24000	43000	67000	6,8
ЮАР	55333	0	55333	5,6
Украина	16388	17968	34356	3,5
Казахстан	31000	3000	34000	3,5
Польша	12113	2196	14309	1,4
Бразилия	0	11950	11950	1,2
Канада	4509	4114	8623	0,9
Колумбия	6368	381	6749	0,7

*Северная Америка.* Ископаемый уголь – важнейший и наиболее распространенный источник энергии в США. Страна располагает самыми большими в мире промышленными запасами угля (всех типов), которые оцениваются в 444,8 млрд. т, общие запасы в стране превышают 1,13 трлн. т, прогнозные ресурсы – 3,6 трлн. т [46]. Крупнейшим поставщиком угля является штат Кентукки, за ним следуют Вайоминг и Западная Вирджиния, Пенсильвания, Иллинойс, Техас (в основном лигнит), Виргиния, Огайо, Индиана и Монтана. Около половина запасов высокосортного угля сосредоточена в Восточной (или Аппалачской) провинции, протянувшейся с севера на юг от северо-западной Пенсильвании до Северной Алабамы. Эти высококачественные угли каменноугольного периода используются для производства электроэнергии и получения металлургического кокса. К востоку от этого угленосного пояса в Пенсильвании находится угольный

бассейн площадью около 1300 км<sup>2</sup>, на который приходится почти вся добыча антрацита в США.

Самые крупные запасы угля разведаны на севере Центральных равнин и в Скалистых горах. В угольном бассейне Паудер-Ривер (шт. Вайоминг) угольные пласты мощностью порядка 30м разрабатываются открытым способом драглайнами, тогда как в восточных районах страны даже маломощные (60см) пласты доступны для выемки лишь подземным способом. На бурых углях Северной Дакоты работает крупнейшее в стране предприятие по газификации угля.

Запасы бурых и каменных (полубитуминозных) углей верхнемелового и третичного возраста в западных районах Северной Дакоты и Южной Дакоты, а также в восточных районах шт. Монтаны и Вайоминга многократно превышают объем угля, добытого до сих пор в США. Крупные запасы каменных (битуминозных) углей мелового возраста имеются в межгорных осадочных бассейнах провинции Скалистых гор (в штатах Монтана, Вайоминг, Колорадо, Юта). Далее к югу угольный бассейн продолжается в пределах штатов Аризона и Нью-Мексико. Небольшие угольные месторождения разрабатываются в штатах Вашингтон и Калифорния. Почти 1,5 млн. т угля ежегодно добывается на Аляске. Запасов каменного угля США при современных темпах его потребления должно хватить на несколько сотен лет.

Потенциальным источником энергии является метан, содержащийся в угольных пластах; его запасы в США оцениваются более чем в 11 трлн. м<sup>3</sup>.

Угольные залежи Канады сосредоточены в основном в восточных и западных провинциях, где добывается около 64 млн. т битуминозных и 11 млн. т бурых углей в год. Залежи высококачественных углей каменноугольного возраста имеются в Новой Шотландии и Нью-Брансуике, более молодых углей не столь высокого качества – в пределах продолжающихся к северу угленосных бассейнов Великих равнин и

Скалистых гор в Саскачеване и Альберте. Высококачественные нижнемеловые угли залегают на западе Альберты и в Британской Колумбии. Они интенсивно разрабатываются в связи с растущим спросом на коксующийся уголь металлургическими заводами, расположенными на Тихоокеанском побережье страны.

*Южная Америка.* В остальной части Западного полушария промышленные месторождения угля невелики [46]. Ведущий производитель угля в Южной Америке – Колумбия, где он добывается открытым способом главным образом на угольном разрезе Эль-Серрехон. За Колумбией следуют Бразилия, Чили, Аргентина и Венесуэла, располагающие весьма незначительными запасами угля.

*Азия.* Самые крупные запасы ископаемого угля сосредоточены в Китае, где на этот вид энергетического сырья приходится 76% потребляемого топлива. Общие ресурсы угля на территории Китая превышают 986 млрд. т, примерно половина их находится в Шэньси и Внутренней Монголии. Большие запасы имеются также в провинциях Аньхой, Гуйчжоу, Шиньси и в Нинся-Хуэйском автономном районе. Из общего количества 1,3 млрд. т угля, добытого в Китае, около половины приходилось на 60 тыс. мелких угольных копей и разрезов местного значения, другая половина – на крупные государственные предприятия, такие, как мощный разрез Аньтайбао в провинции Шэньси (рис. 2.10), где ежегодно добывается до 15 млн. т сырого (необогащенного) угля.

Важными угледобывающими странами в Азии являются Индия (278 млн. т/год), Турция (53,2 млн. т), Северная Корея (50 млн. т), Таиланд (19,3 млн. т).



**Рис. 2.10. Добыча угля открытым способом [46].**

Россия надежно обеспечена запасами угля для энергетики и металлургического комплекса на длительную перспективу. Минерально-сырьевая база позволяет удовлетворить любой реально прогнозируемый спрос на уголь, как внутренний, так и экспортный [46]. Освоение угольных сырьевых ресурсов осуществляется темпами, не соответствующими их потенциалу. В России на основе сжигания угля производится в два раза меньше энергии, чем в результате сжигания нефти и газа. Однако уголь продолжает играть важную роль в энергетике. Прогнозные ресурсы углей России оценивались в 2003 г. в 3816,8 млрд. т. По этому показателю Россия занимает 2-е место в мире. Около 94% ресурсов сосредоточены в районах Сибири и Дальнего Востока, в европейской части страны и на Урале находятся не более 6% ресурсов. Разведанные запасы углей России практически находятся в тех же параметрах, что и в 2002 г. Добыча угля в России в 2003 г. составила 252 млн. т, что так же, как и в 2002 г., соответствует 5-му месту в мире. География добычи прежняя. Объем добычи в 2003 г. по сравнению с 2002 г. вырос на 8%. Не менее 70% добычи в 2003 г.

пришлось на каменный уголь, доля бурого угля в последние годы сокращается. Примерно 2/3 ископаемых углей в России составляют каменные, а 1/3 – бурые. Самые крупные каменноугольные бассейны России: Кузнецкий (крупнейший по объему добычи), Тунгусский, Таймырский, Ленский, Иркутский, Южно-Якутский, Минусинский, Буреинский, Печорский. Важное промышленное значение имеют также Челябинский и Кизеловский бассейны на Урале, Сучанский на Дальнем Востоке и ряд мелких месторождений в Забайкалье. Донецкий угольный бассейн с высококачественными коксующимися углями и антрацитом лишь частично заходит на территорию Ростовской области РФ, а в основном расположен на Украине.

Среди буроугольных бассейнов выделяются Ленский, Канско-Ачинский, Тунгусский, Кузнецкий, Таймырский, Подмосковский.

В Украине кроме Донбасса имеется Львовско-Волынский каменноугольный бассейн, в Казахстане – крупное Экибастузское каменноугольное *месторождение* и Тургайский буроугольный бассейн, в Узбекистане – Ангренское *месторождение* бурых углей.

*Европа.* Добыча угля в Центральной и Западной Европе составляет 1/9 от мировой. Высококачественный уголь, добываемый на Британских островах, имеет в основном каменноугольный возраст. Большая часть месторождений угля находится в южном Уэльсе, на западе и севере Англии и на юге Шотландии. В пределах континентальной Европы уголь добывают примерно в 20 странах, главным образом на Украине и в России. Из угля, добываемого в Германии, около 1/3 составляет высококачественный коксующийся уголь Рурского бассейна (Вестфалия); в Тюрингии и Саксонии и в меньшем количестве в Баварии в основном добывают бурый уголь. Промышленные запасы каменного угля в Верхнесилезском угольном бассейне на юге Польши занимают второе место после запасов Рурского бассейна. В Чехии также имеются промышленные запасы каменных (битуминозных) и бурых углей.



*Африка* довольно бедна месторождениями ископаемых углей. Только в ЮАР (в основном на юге и юго-востоке Трансвааля) каменный уголь добывается в значительном количестве (около 202 млн. т/год) и в небольшом объеме – в Зимбабве (4,9 млн. т/год).

*Австралия* – один из крупнейших в мире производителей угля, экспорт которого в страны Тихоокеанского бассейна постоянно растет. Добыча угля здесь превышает 277 млн. т в год (80% битуминозного, 20% бурого угля). Наибольший объем добычи угля приходится на Квинсленд (угленосный бассейн Боуэн), за ним следуют Новый Южный Уэльс (*месторождение* в долине р. Хантер, Западное и Южное прибрежное), Западная Австралия (месторождения в окрестностях Банбери) и Тасмания (*месторождение* Фингал). Кроме того, уголь добывают в Южной Австралии (Ли-Крик) и Виктории (угленосный бассейн Латроб-Вэлли).

**Битуминозные пески и горючие сланцы.** Во время энергетического кризиса 1970-х годов велись поиски альтернативных источников энергии, которые могли бы заменить нефть. В Канаде, например, открытым способом разрабатывались битуминозные пески (нефтеносные пески, в которых после улетучивания легких фракций остаются тяжелые нефти, битум и асфальт). В России имеется аналогичное *месторождение* на Тимане (Ярицкое). В США сосредоточены большие запасы горючих сланцев (на западе шт. Колорадо и в других районах). Крупнейшее *месторождение* горючих сланцев находится в Эстонии. В России горючие сланцы встречаются: Ленинградской, Псковской и Костромской областях, Поволжье, Иркутском угленосном бассейне [47, 48].

### 2.3.6. Ядерная энергия

Все АЭС основаны на ядерных реакторах двух типов: на тепловых и быстрых нейтронах [49]. Реакторы на тепловых нейтронах, как более простые, получили во всём мире, в том числе и в СССР, наибольшее распространение. К моменту создания первой АЭС в СССР уже были разработаны физические основы цепной реакции деления ядер урана в

реакторах на тепловых нейтронах; был выбран тип реактора — каналный, гетерогенный, уран-графитовый (теплоноситель — обычная вода). Такой реактор надёжен в эксплуатации и обеспечивает высокую степень безопасности, в частности за счёт дробления контура циркуляции теплоносителя. Перегрузку топлива можно производить «на ходу», во время работы реактора. Тепловая мощность реактора первой АЭС составила 30 Мвт, номинальная электрическая мощность АЭС — 5 Мвт. Пуском Обнинской АЭС была доказана возможность использования нового источника энергии. Опыт, накопленный при сооружении и эксплуатации этой АЭС, использован при строительстве других АЭС в СССР.

Существует возможность использования ядерного реактора-размножителя. Считается, что при использовании реакторов-размножителей запасов урана хватит не менее чем на 6000 лет. По-видимому, это ценная альтернатива ядерным реакторам сегодняшнего поколения.

Одной из ключевых проблем использования атомной энергии является безопасность ядерных реакторов [49]. Даже самые строгие критики атомной энергетики не могут не признать, что в легководных ядерных реакторах ядерный взрыв невозможен. Однако существуют другие четыре проблемы: возможность (взрывного или приводящего к утечке) разрушения защитной оболочки реактора, радиоактивные выбросы (низкого уровня) в атмосферу, транспортировка радиоактивных материалов и длительное хранение радиоактивных отходов. Если активную зону реактора оставить без охлаждающей воды, то она быстро расплавится. Это может привести к взрыву пара и выбросу в атмосферу радиоактивных «осколков» ядерного деления. Правда, разработана система аварийного охлаждения активной зоны реактора, которая предотвращает расплавление, заливая активную зону водой в случае аварии в первом контуре реактора.

Действие такой системы исследовалось в основном путем компьютерного моделирования. Обстоятельная проверка некоторых результатов моделирования проводилась на небольших опытных реакторах в

Японии, Германии и США. Самым слабым местом используемых компьютерных программ являются, по-видимому, предположения о том, что отказать может не более одного узла сразу и что ситуацию не усложнит ошибка оператора. Оба эти предположения оказались неверными в самой серьезной из аварий, происшедших на АЭС в США. 28 мая 1979 в Три-Майл-Айленде близ Гаррисберга (шт. Пенсильвания) отказ оборудования и ошибка оператора привели к выходу из строя реактора с частичным расплавлением его активной зоны. Небольшое количество радиоактивных веществ было выброшено в атмосферу. Через семь лет после аварии Министерству энергетики США удалось извлечь разрушенную сборку активной зоны для обследования. Ущерб, нанесенный жизням людей и их собственности за пределами территории АЭС, был незначителен, но из-за этой аварии у общественности сложилось неблагоприятное мнение о безопасности реактора.

В Советском Союзе самая серьезная авария произошла в апреле 1986 на Чернобыльской АЭС. Во время плановой остановки одного из четырех графитовых кипящих реакторов неожиданно резко повысилась выходная мощность и в реакторе образовался газообразный водород. Взрыв водорода разрушил здание реактора. Частично расплавилась активная зона, загорелся графитовый замедлитель, и произошел выброс огромных количеств радиоактивных веществ в атмосферу. Два работника погибли при взрыве, не менее 30 других вскоре умерли от лучевой болезни. До 1000 человек были госпитализированы из-за облучения. Около 100 000 человек в Киевской, Гомельской и Черниговской областях получили большие дозы излучения. Оказались сильно загрязненными почва и вода в регионе, в том числе огромное Киевское водохранилище. Радиоактивность, связанная с этой аварией, была зарегистрирована даже в Канаде и Японии.

Более перспективной, чем деление ядер, в экологическом плане представляется энергия термоядерного синтеза [49, 50, 51]. Такую энергию можно получать за счет образования тяжелых ядер из более легких. Этот

процесс называется реакцией ядерного синтеза. Как и при делении ядер, небольшая доля массы преобразуется в большое количество энергии. Энергия, излучаемая Солнцем, возникает в результате образования ядер гелия из сливающихся ядер водорода.

Управляемый термоядерный синтез отличается от традиционной ядерной энергетики тем, что в последней используется реакция распада, в ходе которой из тяжёлых ядер получают более лёгкие ядра. В основных ядерных реакциях, которые планируется использовать в целях осуществления управляемого термоядерного синтеза, будут применяться дейтерий ( $^2\text{H}$ ) и тритий ( $^3\text{H}$ ), а в более отдалённой перспективе гелий-3 ( $^3\text{He}$ ) и бор-11 ( $^{11}\text{B}$ ).

Исследования в области управляемого термоядерного синтеза ведутся в двух основных направлениях. Одно из них – удержание плазмы магнитным полем, как бы в магнитной бутылке. Второе (метод инерционного удержания плазмы) – очень быстрое нагревание лучом мощного лазера дейтерий-тритиевой крупинки (таблетки), вызывающее реакцию термоядерного синтеза в форме управляемого взрыва.

Энергия ядер дейтерия, содержащихся в  $1\text{м}^3$  воды, равна примерно  $3 \times 10^{12}$  Дж. Иначе говоря,  $1\text{м}^3$  морской воды в принципе может дать столько же энергии, как и 200 т нефти-сырца. Таким образом, мировой океан представляет собой практически неограниченный источник энергии.

В настоящее время ни методом магнитного, ни методом инерционного удержания плазмы еще не удалось создать условия, необходимые для термоядерного синтеза. Хотя наука неуклонно движется по пути все более глубокого понимания основных принципов реализации обоих методов, пока нет оснований полагать, что термоядерный синтез начнет давать реальный вклад в энергетику ранее 2010.

В России атомные станции все эти годы своей устойчивой работой поддерживали надежное энергоснабжение страны [52]. Год от года улучшалась безопасность эксплуатации российских АЭС, теперь по ряду

показателей она превышает среднемировой уровень. Ядерная энергетика доказала свою конкурентоспособность, эффективность и надежность, утвердив позиции важного производителя электроэнергии в экономике разных стран мира.

Установленная мощность действующих энергоблоков АЭС на 1 января 2002г. в РФ составила 22,2 ГВт, т. е. 11 % всех генерирующих мощностей страны. Атомными станциями вырабатывается более 140 млрд. кВт·ч электроэнергии, что составило 16,0 % общего ее производства. При этом в европейской части России доля АЭС в производстве электроэнергии составляет около 30 %, а в северо-западной ее части еще выше - 41 %.

Сегодня на долю ядерной энергетики приходится около 6 % топливно-энергетического баланса и более 15 % производимой электроэнергии. По прогнозам МАГАТЭ к 2050 г. доля ядерной энергетики в мировом энергобалансе может повыситься до 20-30 %.

## ***2.4. Геоэкологические проблемы добычи и переработки минерального и энергетического сырья***

Разработка месторождений полезных ископаемых, а также использование природных ресурсов, сопровождаются комплексом подготовительных, текущих и последующих геологических и горнотехнических мероприятий, которые с неизбежностью оказывают отрицательное воздействие на все компоненты как природных, так и социоприродных экологических систем, т.е. формируют поле геоэкологических проблем.

### ***2.4.1. Геоэкологические проблемы разработки твердых полезных ископаемых.***

Существует два способа добычи твердых полезных ископаемых: открытая (с помощью карьеров, разрезов и др.) и подземная (с помощью шахт, рудников), которые несколько различаются по специфике воздействия на окружающую среду.

Любая шахта или карьер, с точки зрения воздействия на окружающую среду, являются сложным комплексом, состоящим из надземной и подземной частей, каждая из которых вносят свой вклад в воздействие на биосферу.

Основными направлениями негативного воздействия являются следующие:

- изъятие из землепользования и нарушение земель;
- уничтожение почв;
- истощение водных ресурсов и нарушение режима поверхностных и подземных вод;
- загрязнение подземных и поверхностных вод;
- загрязнение атмосферы твердыми и газообразными веществами, образующимися при применении существующих технологических процессах добычи, транспортировки и обогащении полезного ископаемого;
- загрязнение земной поверхности отходами добычи и обогащения полезного ископаемого;
- изменение рельефа и создание техногенных ландшафтов;
- деформация верхней части литосферы, образование мульд проседания и сдвижения; активизация и возникновение экзогенных геологических процессов;
- изменение напряженного состояния массива горных пород и газодинамические явления;
- повышение радиационного фона;
- возникновение эндогенных и экзогенных пожаров и многое другое.

При этом интенсивное углубление горных работ ведет к ухудшению горно-геологических условий: росту числа горных ударов, внезапных выбросов газа и угля, пучению пород почвы, снижению устойчивости выработок и т.д.[53]

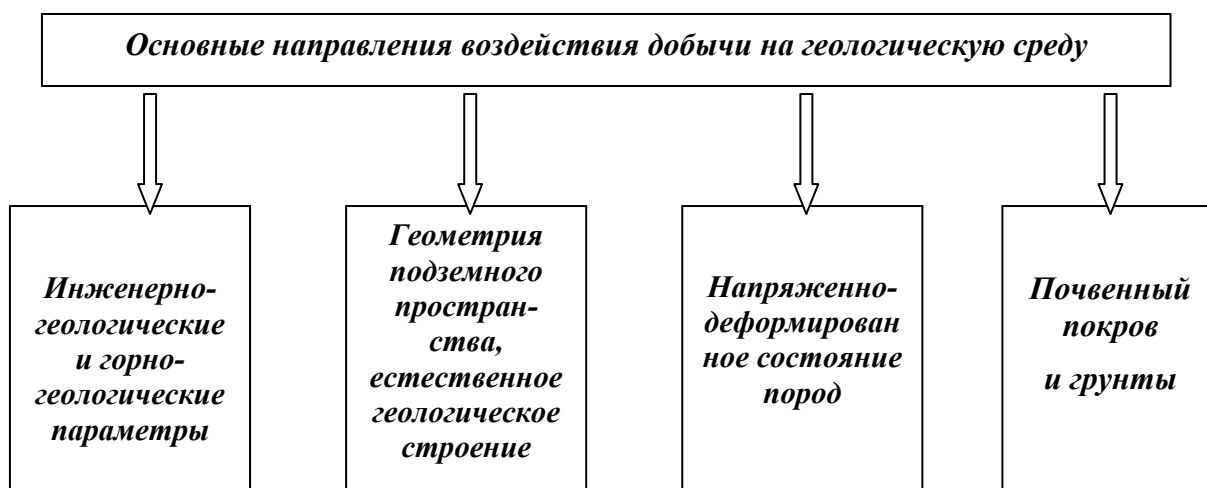
***Воздействие на геологическую среду.*** Под *геологической средой* мы будем понимать массив горных пород с водным и газовым компонентами,

которые в нем заключаются, подвергнутый или могущий быть подвергнутым техногенному влиянию при освоении месторождений.

Извлечение полезного компонента из руды, если он имеет большую стоимость, происходит при очень низких его содержаниях. Так на каждую выплавленную тонну металла в среднем приходится следующие количества извлеченной горной массы вместе с рудой: на 1 т алюминия – 5,84, свинца – 70, ртути – 400, вольфрама – 25 700, платины – 56 125 000 т. Считается, что изменение геологической среды при карьерном способе добычи затрагивает большие площади, но меньшие глубины. Глубина карьеров во всем мире увеличивается, что связано с применением новой высокорентабельной техники (самый глубокий карьер в России – Качарский (железорудный) – 720м, в США – Бингем-Каньон (меднорудный) – 740м), а доля открытых горных работ при добыче полезных ископаемых увеличивается, в США она составляет почти 90%. [54]

Техногенные изменения геологической среды при разработке месторождений подземным способом захватывают значительные территории, превосходящие площадь горных отводов. Процесс техногенных изменений геологической среды характеризуется чрезвычайно большой инерционностью. Так в некоторых районах Аппалачского региона США, где добыча полезных ископаемых закончилась несколько десятилетий назад, процесс изменения геологической среды до сих пор не обнаруживает тенденции к затуханию, а площади распространения техногенных изменений на 1-2 порядка превышают площади шахтных полей [55].

Влияние извлечения полезных ископаемых на геологическую среду и литосферу является интегральным, основные направления этого влияния приведены на рис.2.11.



**Рис. 2.11.** Воздействие добычи полезных ископаемых на геологическую среду.

В районах действующих шахт свойства пород в массиве изменяются в основном в результате перераспределения напряжений, осушения, взрывных и вибрационных воздействий и сопутствующих этим процессам деформаций, а также в результате геохимического воздействия.

Техногенные изменения геологической среды вызывают развитие экзогенных геологических процессов, зачастую несвойственных данной территории: оползни, осыпи, солифлюкцию и т.д., а также специфические горно-геологические процессы: пучение пород в выработках, горные удары, выбросы газа, прорывы воды в выработки и др.

Геологическая среда является неотъемлемой составляющей литосферы, которая обладает определенными экологическими функциями в биосфере, в том числе средообразующей и ресурсной. Эти функции значительно нарушаются как при открытой, так и при подземной добыче.

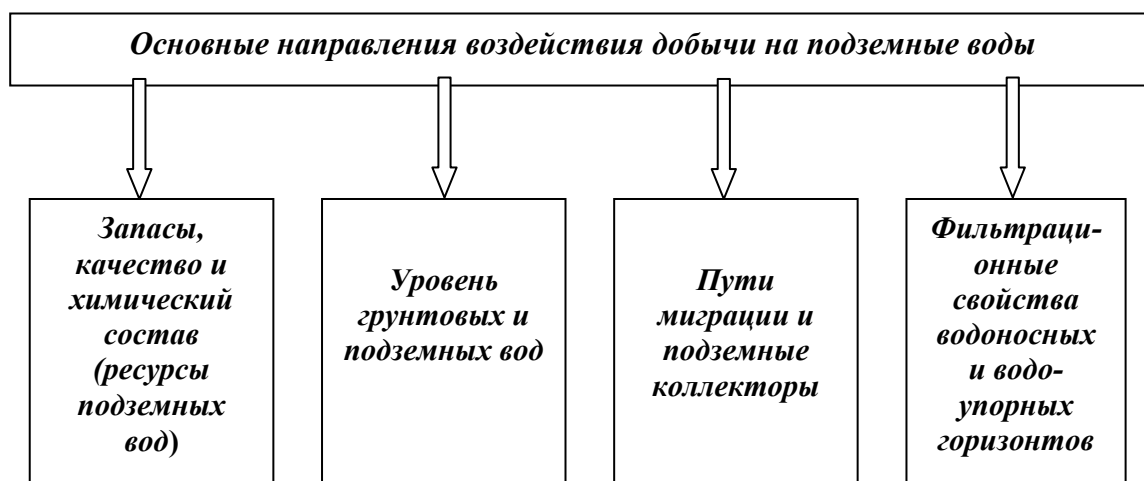
**Воздействие на подземные воды и связанные с этим явления.** Важнейшим ресурсом литосферы являются подземные воды, составляющие с поверхностными водами единую гидросферу Земли.

Особую значимость с экологических позиций имеют пресные подземные воды. Подземные воды для питьевого водоснабжения составляют



14% от всех вод планеты. Однако они значительно превосходят по качеству и защищенности от загрязнения поверхностные воды, содержат микро- и макроэлементы, необходимые для организма, не требуют дорогостоящей очистки. Основные направления воздействия на подземные воды при разработке месторождений приведены на рис. 2.12.

В пределах территорий с шахтной добычей полезных ископаемых региональный характер приобретает, как правило, явление истощения ресурсов подземных вод. Процессы загрязнения подземных вод являются неизбежным следствием отвода, сброса и накопления в поверхностных бассейнах шахтных и технических вод, а также прямым следствием изменения естественных гидрохимических границ при дренаже и водоотливе из горных выработок.



**Рис. 2.12.** Воздействие добычи полезных ископаемых на подземные воды

Одним из видов нарушения гидрогеологического режима является образование депрессионных воронок с изменением уровня подземных вод в пределах всех подразделений рельефа: днищ долин, склонов и водораздельных пространств вследствие защиты от водопритоков в шахты путем откачки. Сильное влияние на гидрогеологические условия и ресурсы подземных вод оказывает разработка угольных месторождений в Кузнецком,

Подмосковном, Печорском, Донецком и др. бассейнах [56]. В результате изменения гидрогеологических условий в шахтах изменяются и другие параметры геологической среды. В результате изменения режима подземных вод в шахтах проявляются динамические процессы в виде горных ударов, вследствие увеличения эффективных напряжений в призабойной зоне, например при опережающем дренировании участка горных работ [57].

Ярким примером комплексного влияния шахтной добычи полезных ископаемых на подземную и наземную часть гидросферы и связанные с этим явления является Верхнесилезский каменноугольный бассейн в Польше, где разработки ведутся весьма интенсивно [58].

**Изменение физико-химических и физико-механических свойств горных пород.** Одним из важных процессов, ведущих к изменению свойств горных пород, является гидрогеохимическое выветривание в результате влияния углекислотного выщелачивания карбонатосодержащих пород.

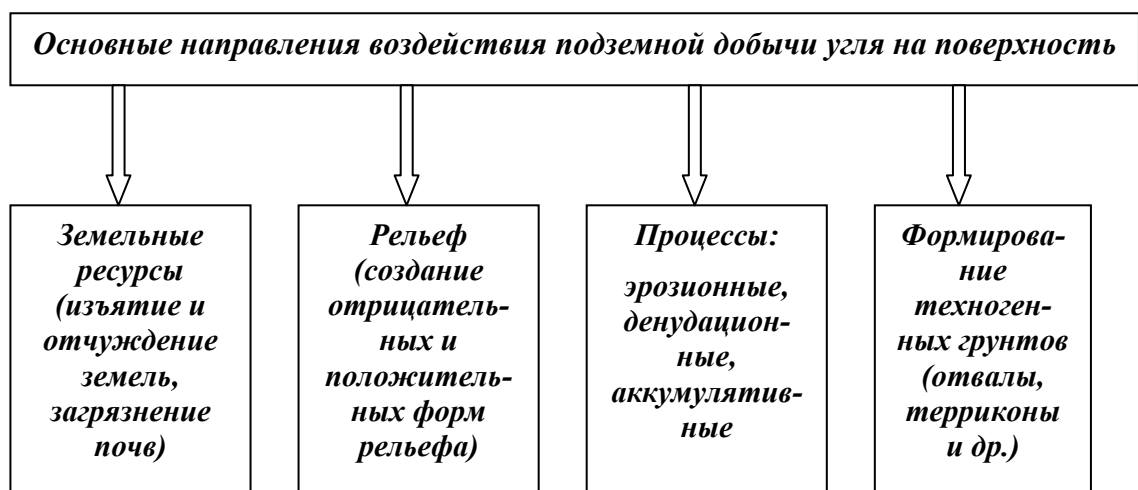
Имеющиеся данные показывают, что в результате гидрогеохимического выветривания изменяются в сторону ухудшения такие инженерно-геологические параметры пород как объемная масса (на 10%), прочность (на 30-90%), снижается монолитность за счет увеличения пустотности и трещиноватости (скорость распространения продольных сейсмических волн снижается на 30-70%) [59].

В массиве горных пород в процессе очистных работ образуются расслоения между быстро оседающей непосредственной кровлей и временно зависающей основной кровлей, которые являются внутрипластовыми аккумуляторами воды.

**Техногенные изменения массива горных пород и ресурсов геологического пространства.** Породы, вскрытые горными выработками, в новых термобарических, влажностных, физико-химических условиях подвергаются разнообразным изменениям, обычно в сторону ухудшения их инженерно-геологических характеристик, что может отрицательно сказываться на промышленной и экологической безопасности ведения

добычных работ. При подземной добыче происходит частичное разрушение массива горных пород, изменение его свойств, естественного геологического строения, создание техногенного массива с новыми свойствами и геометрией горных пород и геологического пространства. Значительную роль в этом играет технология добычи, системы вскрытия, подготовки и отработки шахтных полей.

**Изменение поверхностной части литосферы (географической оболочки).** В районах развития горнодобывающей промышленности происходит существенное уменьшение ресурсов геологического пространства поверхностной части литосферы. Добыча 1 млн. т железной руды приводит к нарушению от 76 до 600 га, угля от 2,6 до 43 га, нерудных строительных материалов от 1,5 до 583 га [54]. В России действует около тысячи шахт и подземных рудников, а также около 5000 карьеров, разрезов и приисков по добыче полезных ископаемых. Общая площадь нарушенных земель в РФ составляет около 1,5 млн. га, не считая ещё большей площади, занятой отвалами, хвостохранилищами, промплощадками и др. По приближенным расчетам [60] только при добыче угля и сланца нарушено 190 тыс. га земель. Основные направления воздействия подземной добычи угля на поверхность литосферы представлены на рис.2.13.



**Рис. 2.1.3. Воздействие подземной добычи угля на поверхность литосферы**

В районах подземной добычи угля значительное нарушение территориального ресурса происходит за счет оседания, прогибов земной поверхности над подземными выработками. Нарушения поверхности в результате ведения горных работ бывают плавными и прерывистыми. Они могут происходить как во время ведения горных работ, так и много лет спустя.

Образование хвостохранилищ, отвалов горнодобывающих предприятий различных форм, размеров и состава преобразует поверхность и формирует элементы техногенного положительного рельефа. Наряду с этим породы обнаженные при образовании выработок и сгруженные в отвалы служат причиной и других явлений в поверхностной части литосферы. Породы шахтных отвалов подвергаются интенсивному выветриванию под воздействием окисления, растворения, гидролиза, при этом интенсивное окисление в ряде случаев приводит к возгоранию отвалов [54].

Поверхностное преобразование материала отвалов происходит по-разному, в зависимости от их состава, величины, гидротермических условий. Продукты выветривания и тонкодисперсный материал выносятся за их пределы в результате эрозионных процессов, плоскостного и линейного смыва. Атмосферные осадки, взаимодействуя с породными отвалами, обогащаются растворимыми соединениями. В Тульской области в некоторых районах модуль смыва с отвалов колеблется от 1384 до 7959 м<sup>3</sup>/га в год. Происходящий при этом вынос ионов  $H^+$ ,  $Fe^{+2}$ ,  $SO_4^{-2}$  и других оказывает отрицательное влияние на почву и *урожайность* культур на примыкающих к отвалам пахотных угодьях [54, 62].

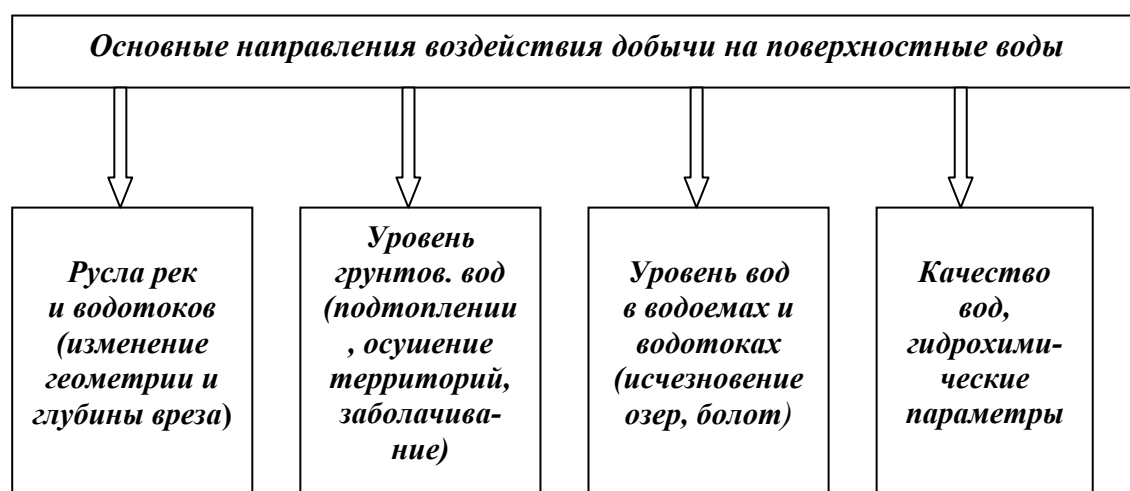
Инфильтрация стоков с отвалов, рудничных и шахтных вод в зону аэрации отражается на химическом составе подземных, и, прежде всего, грунтовых вод, физико-механических и фильтрационных свойств грунтов, приводит к засолению почв. Воды приобретают агрессивный характер к бетону, активизируются геологические процессы: суффозия, карст, оползни и др.

Экологически опасными являются все виды деформации отвалов (оползни, обрушения, осыпи).

Ускоренная аккумуляция вещества в руслах поверхностных водотоков, в прудах и естественных водоемах связана как с процессами размыва, так и с высокой мутностью сбрасываемых технологических вод.

Овражная эрозия проявляется при сбросе рудничных и шахтных вод, особенно интенсивно она протекает при высоком гидравлическом градиенте в районах с бедным или нарушенным растительным покровом. Оврагообразование широко распространено и обычно имеет значительные скорости порядка 10 - 20м в год и более.

**Изменение поверхностных вод.** Воздействие добычи полезных ископаемых на поверхностные воды является комплексным [63], причем эффект усиливается или уменьшается в зависимости от климатических и геоморфологических параметров территории (рис. 2.14).



**Рис. 2.1.4. Воздействие подземной добычи угля на поверхностные воды**

В результате деформации земной поверхности имеют место серьезные нарушения русел рек и их профилей наряду, с образованием затопленных земель. Увеличение гидравлического уклона в районах проседания поверхности и котловин обрушения вызывает усиление эрозии

поверхностным смывом и нарушение естественного гидрологического равновесия. В случае же уменьшения гидравлического уклона русловых потоков приводит к их подпору образованию затопленных территорий и к паводку на окружающей местности.

Водоотбор и связанное с ним понижение уровня подземных вод приводит к уменьшению подземного стока в реки и водоемы. При значительных водопонижениях в пределах депрессионных зон во всех поверхностных источниках истощаются запасы воды, снижается водность рек, падает уровень озер и водохранилищ, высыхают болота, исчезают родники, ручьи и мелкие реки.

Иногда сброс технических вод в поверхностные водоемы зачастую приводит к значительному увеличению водности ручьев и речек. В результате увеличение расходов воды в некоторых реках приводит к повышению на отдельных участках уровней грунтовых вод, подтоплению и затоплению земель.

Сброс технических вод приводит к сильному загрязнению поверхностных (и частично подземных) вод.

**Влияние на почвенный покров.** В каждом из предыдущих разделов, так или иначе, затрагивался вопрос влияния добычи полезных ископаемых на почвы. Агентами влияния на почвенный покров являются рудничные и шахтные воды, породные отвалы, и явления с ними связанные. Необходимо отметить следующие виды воздействия: отчуждение плодородных земель под горные отводы и уничтожение почвенного слоя, засоление, загрязнение почв, развитие эрозионных процессов и т.д. Все это ведет к уничтожению ресурсного потенциала почв и как следствие к разрушению растительных сообществ и биоценозов.

**Влияние на криосферу.** Криолитозона занимает значительную (более 60%) часть территории России, развита она и в других странах и является частью литосферы. В области развития многолетнемерзлых пород воздействие человека на земную кору при добыче полезных ископаемых

приводит к очень серьезному нарушению комплексов природных экодинамических процессов. В пределах криолитозоны расположены крупный Воркутинский каменноугольный бассейн, основные запасы нефти и газа РФ, месторождения медно-никелевых руд Норильска, алмазные трубки Якутии и др. Большую роль в поддержании температурного режима и сохранении равновесия в экосистемах здесь играет растительный покров.

Промышленная добыча полезных ископаемых подземным способом вызывает локальную деградацию вечной мерзлоты. Это связано с отепляющим влиянием вентиляции, оттаивание вокруг стволов рудников и шахт может быть различным в зависимости от состава и свойств пород (по некоторым данным от 8 до 20м) [54]. Инфраструктура, которая создается в районах разработки месторождений, в основном также способствует деградации криолитозоны.

В мерзлотных условиях отвалы, отсыпанные вне днища речных долин, промерзают даже там, где их подошвой служат талые грунты. Сбросы больших объемов воды, производимые при добыче полезных ископаемых из-под мерзлотных горизонтов, при низких температурах приводит к образованию наледей большой мощности, которые разрушают дороги и выводят из строя наземные сооружения. Кроме того, они способствуют развитию таликов, становящихся каналами питания подземных вод, что способствует образованию термокарстовых озер [54].

Сброс шахтных вод в теплый период вызывает загрязнение рек, усиление эрозионных процессов и процессов аккумуляции осадков. Прогибы и провалы, образующиеся при подземной разработке, способствуют образованию озер и заболачиванию территории, образованию таликов, поступлению поверхностных вод в подземные водоносные горизонты с последующим их загрязнением.

Повышенное количество пыли вокруг карьеров, рудников, особенно угольных шахт приводит к изменению альбедо земной поверхности, вследствие чего таяние снежного покрова происходит раньше обычного, а

глубина протаивания грунтов увеличивается в 2,5 - 3 раза. Все это приводит к образованию озер и болот, причем вода в них содержит в весенний период до 30 - 60 г/л взвешенного вещества и непригодна для водоснабжения. Загрязнение поверхностных вод приводит к деградации и разрушению зооценозов на площади, значительно превышающую площадь золотого рассеивания угольной пыли.

При подрезке многолетнемерзлых склонов долин при разработке россыпных месторождений происходит активизация солифлюкционных и оползневых явлений.

**Влияние на атмосферу.** При проведении горных работ как в карьерах, так и в шахтах происходит загрязнение воздушного бассейна газами и твердыми частицами. Угольная промышленность занимает четвертое место по объему выбросов загрязняющих веществ [64]. При добыче угля происходит загрязнение атмосферы угольной и породной пылью, ядовитыми газами (метаном, углеводородами, углекислым, сероуглеродом, сернистыми и др.), теплом.

В результате истощения запасов угля, а также внедрения новых средств механизации в последние 20-25 лет происходит быстрое увеличение глубины разработок угля и, следовательно, возникает необходимость разработки высокогазоносных угольных пластов. Значительный вклад в загрязнение атмосферы вносят вентиляционные потоки шахт, содержащие угольную и породную пыль, метан, ядовитые газы и тепло. Кроме того, ископаемый уголь слегка радиоактивен, поэтому при его добыче происходит радиоактивное загрязнение поверхности и атмосферного воздуха, а при сжигании суммарные выбросы радиоактивности на 1 Квт \*ч выработанной электроэнергии в несколько раз превосходят количество радиоактивных отходов, выбрасываемых в атмосферу при выработке того же количества энергии на атомных электростанциях. [65]. В карьерах при взрывах, земляных, погрузочно-разгрузочных работах образуются сильно загрязненные воздушные массы, которые переносятся ветровыми потоками



на значительные расстояния. С помощью взрывов в мире ежегодно отбивается около 100 млрд. м<sup>3</sup> горной массы [54], при этом образуется значительное количество ядовитых газов, которые необходимо разбавлять до безопасных концентраций.

Другим источником воздействия на атмосферу являются терриконы, угольные и породные отвалы. С их поверхности, наряду с ветровым переносом, в периоды высоких положительных температур происходит интенсивное испарение, с включением разнообразных загрязняющих веществ: ртути, мышьяка, других летучих компонентов, содержащих тяжелые металлы, газообразных продуктов химических реакций, происходящих в отвалах. [66]. Атмосфера в районе отвалов, терриконов также загрязняется пылью, сажой, минеральными и другими тонкодисперсными частицами, которые разносятся воздушными потоками и оседают в радиусе нескольких километров. Горящие угольные отвалы, срок горения которых может достигать 50 лет, выделяют в атмосферу угарный и углекислый газы, оксиды серы и азота, сероводород, концентрации которых в несколько раз превышают допустимые нормы. Оксиды серы и азота образуют кислотные дожди, увеличивающие кислотность почв, приводящие к гибели гидробионтов, замору рыб в замкнутых водоемах. Особо неблагоприятная экологическая обстановка создается на территориях, расположенных по направлению устойчивого перемещения воздушных масс [53].

Еще одним источником загрязнения приземного слоя атмосферы являются погрузочно-разгрузочные работы и транспортировка полезных ископаемых и пустой породы.

**Воздействие на растительный и животный мир.** Комплексное воздействие добычи полезных ископаемых на литосферу, атмосферу, почвы, подземные, грунтовые и поверхностные воды приводит следующим изменениям в биоте. Во-первых, это прямое и полное уничтожение

популяций или уменьшение их численности в результате прямого уничтожения или полного разрушения биотопов (мест их обитания).

Основой биоценозов, первым трофическим уровнем являются фитоценозы. Среди основных форм антропогенного воздействия на растительный покров [67] при разработке месторождений можно выделить следующие:

1. Антропогенное влияние, приводящее к превращению коренных ценозов в производные в результате загрязнения почвы и воздуха, изменения уровня грунтовых вод.
2. Влияние, приводящее к замене природной растительности культурфитоценозами в результате фиторекультивации отвалов и терриконов.
3. Влияние, приводящее к полному уничтожению растительности, в результате отчуждения и строительства карьеров, буровых площадок, рудников, комплексов по переработке, обогащению и транспортировке полезного ископаемого, отвалов, фитотоксичных выбросов в атмосферу, стоков из отвалов сильнозагрязненных и кислых вод и т.д.

Антропогенные изменения растительности могут быть сукцессионными и катастрофическими. *Сукцессионные* изменения, или сукцессия, - это постоянные смены, протекающие преимущественно под влиянием внешних причин и приводящие к формированию сообществ, близких к существующим на незатронутой хозяйственной деятельностью территориях. Сюда относится формирование (при саморазвитии) ценозов на созданных человеком экотопах, в данном случае на отвалах, насыпях, терриконах. Характер и темпы зарастания техногенных экотопов определяются их возрастом, составом грунтосмесей, особенностями рельефа, микроклимата, влиянием окружающей флоры. Лимитирующую роль играет наличие в субстрате токсичных веществ, крайняя бедность питательными веществами, часто влагой и дымо-газовые выбросы.

Заращение происходит весьма медленно и начинается через 30 - 40 лет после окончания эксплуатации отвала.

Другой класс явлений - это *антропогенез*, т.е. изменение растительности в результате изменения всей системы ландшафта и создания техногенного ландшафта, вследствие изменения гидрологического режима при строительстве и эксплуатации шахт, интенсификации различных эрозионных процессов, образования провалов и мульд проседания и пр.

Катастрофические изменения характеризуются гибелью, уничтожением либо всего фитоценоза, либо его существенной части, что происходит при строительстве карьеров, рудничных и шахтных комплексов, прокладке транспортных путей, выбросе ядовитых газов и пыли, размещении на территории хвостохранилищ, терриконов и отвалов, затоплении поверхности.

Загрязнение атмосферного воздуха и почвы различными веществами, приводит к накоплению их в растениях, с передачей далее по пищевым цепям, ибо все организмы являются концентраторами рассеянных веществ, вне зависимости от того, где они находятся [68].

Воздействие на животный мир в первую очередь связано с изменением или уничтожением кормовой базы в результате воздействия на фитоценозы. Наряду с этим происходит вытеснение фауны с мест естественного проживания в результате отчуждения земель, создания техногенных ландшафтов. Живые организмы подвергаются действию зоотоксикантов в результате прямого воздействия выбросов вредных веществ, через пищевые цепи и воду. В районах добычи полезных ископаемых зооценозы постоянно подвергаются стрессу в результате шумового воздействия, вибрационного воздействия, транспортировки угля, отсыпки отвалов, нарушаются пути их естественного передвижения и миграции. Все это приводит к уменьшению численности коренных популяций животных, сокращению их естественного ареала расселения, изменению репродуктивной способности, а зачастую к полному исчезновению некоторых видов, либо пополнению Красной книги.

Таким образом, можно отметить, что добыча полезных ископаемых любым способом оказывает влияние на все компоненты биосферы, т.е. порождает геоэкологические проблемы, требующие решения. Причем это влияние настолько комплексное, что чаще всего невозможно полностью проследить причинно-следственные связи. Нельзя вычлнить одну единственную причину какого-либо изменения в гидросфере, литосфере, атмосфере или в живом веществе.

#### **2.4.2. Геоэкологические проблемы нефтегазового комплекса**

Геоэкологические проблемы, которые возникают при воздействии нефтегазодобывающей промышленности на окружающую среду (экологические системы, биосферу) имеют определенную специфику. Она связана с тем, что территории, которые подвергаются такому воздействию весьма обширны, как вследствие масштаба извлечения нефти и газа, как на суше, так и на море, и вследствие того, что они являются весьма динамичными объектами. Транспортировка нефти и газа также вносят существенный негативный вклад в состояние природных и природно-техногенных систем, поскольку основным наземным видом транспорта являются разветвленные тысячекилометровые трубопроводные системы, а водным – танкеры, подверженные многим рискам.

Основными причинами загрязнения нефтегазоносных районов, согласно Н.М. Давиденко [69] являются:

1. Аварийное фонтанирование разведочных скважин;
2. Изливы из заброшенных аварийных буровых скважин;
3. Негерметичность скважин и повышенная флюидопроницаемость в околоскважинном пространстве;
4. Разливы отработанных буровых растворов и неочищенных сточных вод;
5. Повреждение внутрипромысловых заброшенных буровых скважин, магистральных трубопроводов и обслуживающих их систем;
6. Транспортные аварии;

7. Естественные выходы нефти на поверхность как на земле, так и под водой.

В последние годы в мире добывается около 2,5 млрд. тонн сырой нефти, значительная часть её поступает в окружающую среду: в России на 1 тонну добытой нефти – около 3,5 кг [70], а при добыче 619 млрд. м<sup>3</sup> природного газа 2,2 млрд. м<sup>3</sup> попало в атмосферу. В России нефтегазовой отраслью ежегодно поставляется в атмосферу около 1650 тыс. тонн выбросов (что составляет 8% от всех выбросов стационарных промышленных загрязнения окружающей среды).

В районах локализации углеводородных ресурсов буровые работы, особенно в начале, часто сопровождаются нефтяными фонтанами и возгоранием газовых факелов. Глубина воздействия на геологическую среду при разработке углеводородов достигает 2 км и более, и при бурении кустов нагнетательных и добычных скважин на такую глубину изменяются подземная геодинамика, физические поля верхней части литосферы и режим подземных вод и криолитозоны.

Часто на поверхности при бурении большого количества разведочных и эксплуатационных скважин образуются депрессии, которые иногда сопровождаются горизонтальными смещениями и вертикальным нарушением пластов.

При использовании в технологических схемах добычи нефти таких процессов как заводнение продуктивного пласта, закачка в пласт газов, термические и термохимические воздействия на продуктивный пласт зачастую приводят к негативным геоэкологическим явлениям. Примером может служить оседание десятков и сотен гектаров земной поверхности, с последующим заболачиванием вследствие водозабора из апт-сенноманского водоносного горизонта для последующей закачки 2 млрд. м<sup>3</sup> воды в отработанные пласты на Нижневартовском и Сургутском нефтяных месторождениях (Западная Сибирь) [71]. Под воздействием фильтрующей жидкости в резко градиентных условиях рыхлые горные породы

размываются и образующаяся разжиженная масса, содержащая нефть, буровые растворы, поверхностно-активные, радиоактивные вещества через устье скважин поступает на поверхность.

При добыче нефти и газа иногда значительно изменяется характер влажности продуктивных толщ с образованием конусов обильной обводненности. Одним из видов крайне негативного воздействия на почвы, поверхностные воды и биогеоценозы являются разливы нефти по различным причинам. Особенно губительно это воздействие в районах с низкими среднегодовыми температурами, поскольку разложение нефти наиболее интенсивно происходит при температурах выше 25°C. Кроме того, в составе различных технологических стоков нефтегазовой отрасли содержатся различные промывочные жидкости (на глинистой и нефтяной основе), часто присутствуют токсичные химические реагенты. Из глубин на поверхность зачастую попадают высокоминерализованные подземные воды и попутные нефтям (подтоварные) рассолы, где помимо нефти содержатся соли органических кислот.

Поверхностные воды нефтегазоносных территорий чаще всего загрязняются нефтью, нефтепродуктами, фенолами, легко окисляющимися органическими веществами, соединениями тяжелых металлов, реже аммонийным и нитритным азотом, лигнином, ксантогенатами, формальдегидами. На органическом субстрате развиваются бактериальные загрязнители. Нельзя не отметить, что обустройство месторождений, гусеничный транспорт, строительство дорог приводят к уничтожению почвенного покрова и всех остальных звеньев экологических систем.

При разработке газовых месторождений наблюдается своя специфика геоэкологических проблем. В первую очередь, разработка газовых месторождений сопровождается поступлением в окружающую среду, и прежде всего, атмосферу различных углеводородов. В результате неполного окисления метана в окружающую среду поступают оксид углерода, формальдегид, метанол, метилперекись и муравьиная кислота. К высоко

токсичным относятся выбросы предприятий, которые перерабатывают сырье месторождений с высоким содержанием углеводородного конденсата, сероводорода и диоксида углерода [73]. Закачанные в подземные хранилища углеводородные газы и сопутствующие им  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  и др. могут проникать в подземные воды и образовывать гидрохимические аномалии. Вследствие многократного разнонаправленного перемещения газа в пористом пространстве и переносе им захватываемого материала изменяются коллекторские свойства вмещающих горных пород.

## **2.5. Альтернативные источники энергии (нетрадиционные ресурсы)**

### **2.5.1. Нетрадиционные источники энергии.**

**Солнечная энергетика.** В течение года на поверхность Земли поступает огромное количество энергии ( $3,65 \cdot 10^{24}$  Дж или  $1,08 \cdot 10^{18}$  кВт ч). Это количество энергии более чем в 10000 раз превышает годовое потребление человечеством энергии всех видов (около  $10^{14}$  кВт·ч) [74]. Однако удельная мощность потока солнечной энергии, подходящей к земле, составляет всего  $1,35 \text{ кВт/м}^2$  (солнечная постоянная). С учетом того, что облучается не плоскость, а сфера Земли, то среднее значение удельной мощности составляет всего  $0,35 \text{ кВт/м}^2$ . Поскольку часть лучистой энергии солнца отражается землей, то удельная мощность солнечной энергии еще существенно уменьшается. Доля отраженной тепловой энергии (альбедо) зависит от того, на какую поверхность попадает солнечное излучение.

Мощность солнечного излучения неодинакова на различных широтах Земли, в различные сезоны года и времени суток. В субтропиках ее среднегодовое значение составляет -  $210\text{-}250 \text{ Вт/м}^2$ , в центральной части Европы -  $130\text{-}210 \text{ Вт/м}^2$ , а на ее север -  $80\text{-}130 \text{ Вт/м}^2$ . Для России усредненные за день значения удельной мощности солнечного излучения приведены в табл.2.19. [75]

Таблица 2.19.

**Усредненные по периодам года и за день значения удельной мощности солнечного излучения на территории России, кВт/м<sup>2</sup> [Ушаков В.Г., 1994]**

Широта, град.	Регион	Весна	Лето	Осень	Зима	Среднее за год
45	Северный Кавказ	0,181	0,262	0,134	0,047	0,157
50	Нижняя Волга	0,161	0,256	0,112	0,028	0,138
55	Москва, Южный Урал	0,122	0,245	0,091	0,08	0,117
60	Верхняя Волга, Якутия	0,118	0,235	0,071	0,02	0,106
65	Север России	0,098	0,219	0,067	0	0,096

Использованию солнечной энергии мешает ряд трудностей. Хотя полное количество этой энергии огромно, она неконтролируемо рассеивается. Чтобы получать большие количества энергии, требуются коллекторные поверхности большой площади. Кроме того, возникает проблема нестабильности энергоснабжения: солнце не всегда светит. Даже в пустынях, где преобладает безоблачная погода, день сменяется ночью. Следовательно, необходимы накопители солнечной энергии. И, наконец, многие виды применения солнечной энергии еще как следует не апробированы, и их экономическая рентабельность не доказана.

Можно указать три основных направления использования солнечной энергии: для отопления (в том числе горячего водоснабжения) и кондиционирования воздуха, для прямого преобразования в электроэнергию посредством солнечных фотоэлектрических преобразователей и для крупномасштабного производства электроэнергии на основе теплового цикла [76]. Для системы теплоснабжения небольших объектов используются пассивные и активные водонагреватели.

Для производства электроэнергии используются солнечные установки. Они реализуются в двух вариантах; в виде солнечно-тепловых электростанций (СТЭС) и на основе использования фотоэлементов,



осуществляющих прямое преобразование солнечной энергии в электрическую. Группы фотоэлементов с системами управления образуют солнечные фотоэлектрические станции (СФЭС). Работа СТЭС осуществляется при наличии прямого солнечного света, работа СФЭС возможна и при рассеянном солнечном свете (при облачности).

Реальная СТЭС мощностью 5 МВт занимает площадь 44 гектара, работает с КПД равным 14% и при ежегодной работе около 1900 ч вырабатывает за год 730 МВт·ч электроэнергии. Эти параметры СТЭС соответствуют мощности ТЭЦ в 1 МВт, но СТЭС многократно превосходят ТЭЦ по стоимости. В мировой практике это направление использования солнечной энергии пока ограничилось использованием опытных образцов.

Техническая реализация СФЭС существенно проще, т.к. фотоэлементы достаточно надежны и имеют длительный срок службы. К недостаткам фотоэлементов относят их низкий КПД (12-14%) и высокую стоимость. Однако в последнее время помимо полупроводниковых материалов на базе кремния и германия стали использовать в качестве полупроводников арсенид галлия и антимонид галлия. КПД таких фотоэлементов достигает 35-37%, что существенно расширит возможности использования СФЭС, особенно в автономных системах (например, в космосе). Сооружение СФЭС значительной мощности удорожается из-за необходимости сооружения дорогостоящих металлических конструкций на больших территориях. Так, сооружение СФЭС мощностью 1 ГВт потребовало бы установки несущих конструкций на площади 100 га. Кроме того, СФЭС эффективно работают при чистой поверхности фотоэлементов, поэтому их необходимо периодически очищать от пыли и грязи, что при площади в 100 га представляло бы значительные технические трудности.

На практике в Европейских странах (Швейцария, Германия) нашли применение СФЭС для индивидуальных потребителей, которые устанавливаются на крышах домов и коттеджей. Площадь таких СФЭС составляет в среднем около 30 м<sup>2</sup>, что дает достаточную выработку

электроэнергии и позволяет очищать поверхность СФЭС силами потребителя. Надежность и бесперебойность электроснабжения достигается согласованной работой СФЭС с электрической сетью, куда передаются излишки электроэнергии в дневное время и откуда получается электроэнергия, когда СФЭС не работает.

Потенциал солнечной энергии определяется продолжительностью солнечного свечения. Карта распределения продолжительности солнечного свечения по территории России приведена на рис.2.15.

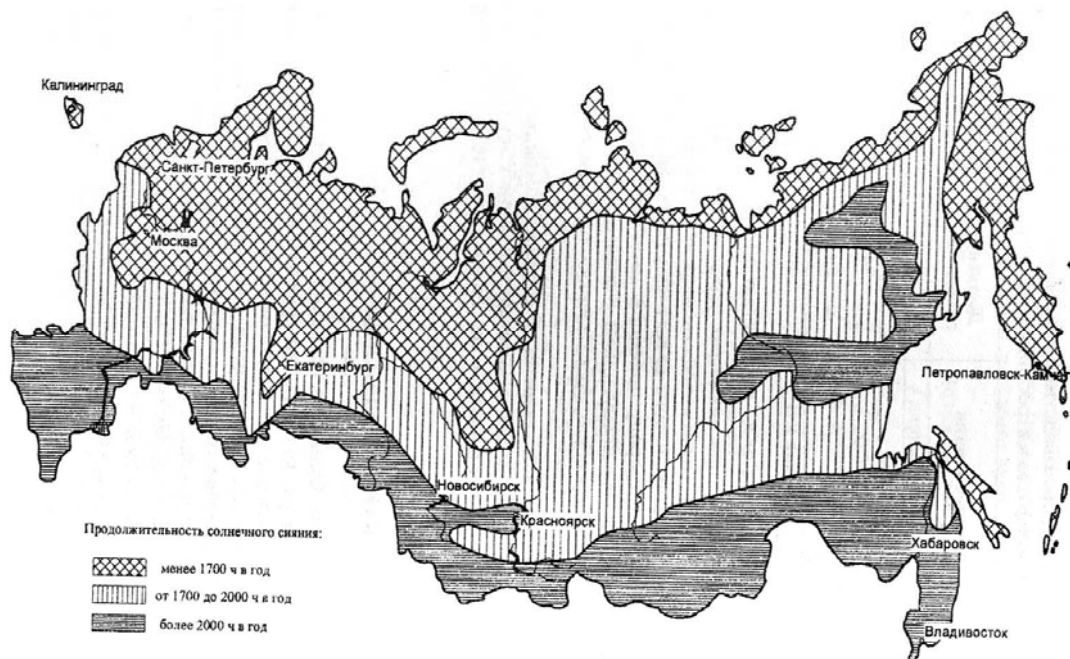


Рис. 2.15. Потенциал солнечной энергии России (по Быкадорову В.Ф. 2004).

**Ветроэлектроэнергетика.** Технология применения ветра для выработки электроэнергии представляет собой самый быстрорастущий во всем мире источник электричества [76]. Ветровые установки являются одним из самых перспективных и одновременно экологически чистых способов выработки электроэнергии.

Одним из основных показателей, определяющих потенциал энергии ветра, является его среднегодовая скорость. Положительный эффект достигается при скорости ветра более 5 м/с и количестве часов работы 2000 и более. В зависимости от скорости ветра производится выбор мощности

агрегатов ветровых электроустановок (ВЭС); при скорости ветра 6 м/с и выше рекомендуются станции с единичной мощностью 1-4 МВт, при меньшей скорости ветра рекомендуемая мощность ВЭС снижается до 2-5 кВт.

Ветроэнергетика европейского континента активно развивается [76]. Важную роль в распространении ветроэнергетики в странах Евросоюза сыграло принятие национальных законов о развитии возобновляемой энергетики и ее государственной поддержке. По опыту Германии и Дании соответствующие законы были приняты в Испании, Франции и Италии, что коренным образом изменило положение с возобновляемой энергетикой в этих странах.

В 2005 году Страны Евросоюза вырабатывали за счет энергии ветра около 3% потребляемой электроэнергии. В 2006 году ветряные электростанции Германии произвели 30,6 млрд. кВт·ч. электроэнергии, что составляет 7% от всей произведённой в Германии электроэнергии. Около 20% электроэнергии в Дании вырабатывается за счет ветра. Индия в 2005 году получает из энергии ветра около 3% всей электроэнергии.

В Соединенных Штатах с начала 80-х проводятся исследования и испытания в рамках Программы энергии ветра МЭ. Одна из целей этой программы состоит в том, чтобы еще больше снизить себестоимость производства ветровой энергии в масштабах коммунальных служб - до 3 центов за киловатт-час в расположенных на суше местах с низкой скоростью ветра и до 5 центов за киловатт-час в местах, находящихся на расстоянии от берега (в океане). Местом с низкой скоростью ветра считается место, в котором среднегодовая скорость ветра, измеряемая в 10м от поверхности земли, составляет около 21 км в час. Благодаря этим исследованиям уже удалось снизить себестоимость энергии получаемой на ветровых электростанциях с 80 центов за киловатт час до 4-6 центов за киловатт ч. За последние 10 лет глобальное производство энергии ветра увеличилось в 10 раз, а в Соединенных Штатах выработка энергии ветра утроилась. [76, 77].

Этого достаточно для того, чтобы обслуживать более 1,6 миллиона домохозяйств.

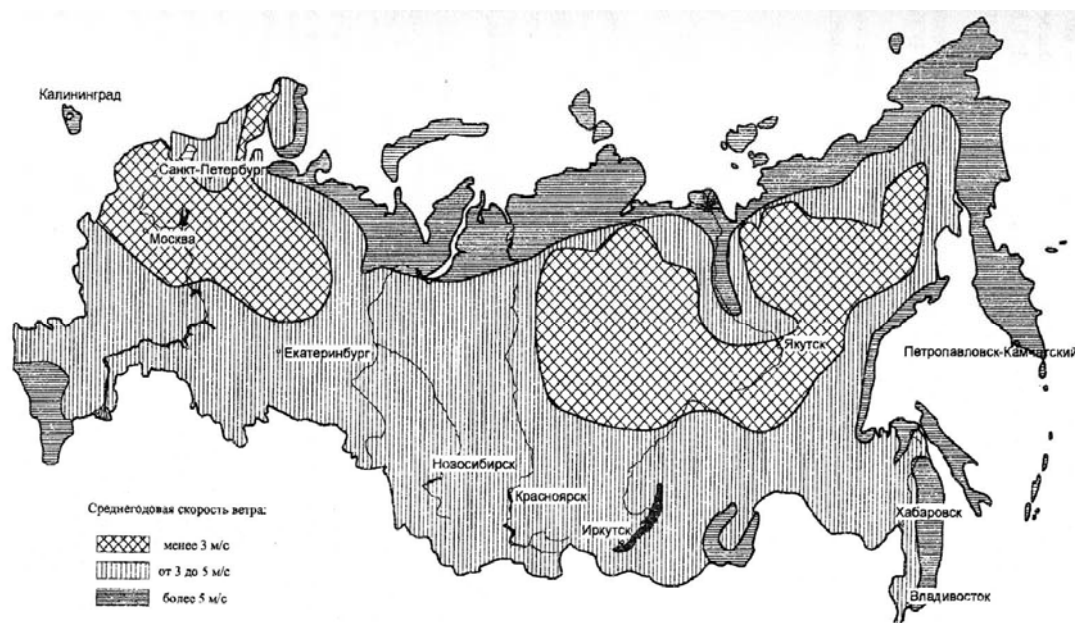
Преследуя цель постоянного роста этой отрасли в 2005 году и последующие годы, в рамках Программы энергии ветра изучается возможность новаторских способов применения этой энергии, которые приведут к открытию новых рынков. Упомянутые способы применения включают в себя установку ветротурбин на расстоянии от берега как на мелководье, так и в глубинных водах, которые будут использовать энергию ветра для производства пресной воды; и разработку новых технологий, которые помогут применять ветровую энергию вместе с другими возобновляемыми энергетическими технологиями, как это делается в гидроэнергетике [78].

В России недостаточно используются возможности ветроэнергетики. Группой специалистов в настоящее время разработана концепция развития этой отрасли до 2020 г.

При оценке экономического потенциала следует учитывать среднюю скорость ветра, в результате чего средняя мощность ветровой электрической установки (ВЭС), может быть меньше установленной в 3-4 раза. С учетом перечисленных факторов экономический потенциал ветроэнергетики России оценивается в 5 млн. т у.т. (условного топлива).

В настоящее время в России построено около 3 тыс. ВЭС с суммарной мощностью 5 МВт, что в тысячи раз меньше мощности эксплуатируемых ВЭС в мире. Учитывая, что 2/3 территории России с населением 20 млн. человек не имеют централизованного энергоснабжения, с целью снижения затрат на завоз топлива в ряде регионов целесообразно строительство средних ВЭС с хорошо поставленной службой сервисного обслуживания.

Потенциал ветровой энергии определяется среднегодовой скоростью ветра рис. 2.16.



**Рис. 2.16. Среднегодовые скорости ветра на территории России**  
**(Источник Быкадыров В.Ф., 2004)**

**Геотермальная энергия.** Использование энергии тепла земных глубин - один из вариантов нетрадиционной энергетики. Экономически эффективна геотермальная энергетика (ГЭ) в тех районах, где термальные воды залегают относительно неглубоко: в районах активной вулканической деятельности с многочисленными гейзерами (Камчатка, Курилы, острова Японского архипелага, Исландия) [76, 77]. Запасы геотермальной энергии в отдельных регионах земного шара весьма велики. Их используют в 25 странах мира.

Геотермальная энергия в широких масштабах используется в США, Мексике и на Филиппинах. Доля Г.Э. в энергетике Филиппин 19%, Мексики — 4%, США (с учетом использования «напрямую» для отопления, т. е. без переработки в электрическую энергию) — около 1%. Геотермальная энергия обеспечивает теплом столицу Исландии Рейкьявик. Еще в 1943 г. там были пробурены 32 скважины на глубину от 440 до 2400 м, по которым к поверхности поднимается вода с температурой от 60 до 130<sup>0</sup>С. Девять из этих скважин действует по сей день. В РФ на Камчатке действует геотЭС мощностью 11 МВт и строится еще одна, мощностью 200 МВт. Развитие ГЭ

сдерживается ограниченностью числа районов, где она экономически эффективна.

Суммарные мировые мощности геотермальных установок в отоплении, производстве электроэнергии и тепличном хозяйстве превысили 15 тыс. МВт. Лидером по приросту использования геотермальной энергии в теплицах и коммунальных системах теплоснабжения за счет среднетемпературных геотермальных источников стала Турция. Если в 1995 г. суммарная мощность используемого в Турции подземного тепла была эквивалентна 140 МВт, то уже в 2000 г. она достигла 820 МВт. Сейчас доля геотермальной энергии в суммарном потреблении страной тепла достигла 20%. В частности, подземным теплом с температурой воды в 40–50 градусов обеспечиваются 11 городов, а из 10 млн. кв. м геотермальных теплиц по всему миру на Турцию приходится 0,5 млн. кв. м. [79].

В России суммарный энергетический потенциал геотермальной энергии превышает углеводородный в 4–6 раз.

Развитие геотермальной энергетики в РФ позволит внести существенный вклад в проблему теплоснабжения таких регионов, как Камчатка, Курильские острова, Северный Кавказ, и отдельных регионов Сибири.

На территории России разведано около 50 геотермальных месторождений с запасами термальных вод, которые позволяют получить более  $240 \times 10^3$  м<sup>3</sup>/сут и парогидротерм производительностью более  $105 \times 10^3$  м<sup>3</sup>/сут. На территории страны пробурено более 3000 скважин с целью использования геотермальных ресурсов. Так, например, на Камчатке на геотермальных полях уже пробурено 365 скважин глубиной от 255 до 2300 м. Выявленные геотермальные ресурсы позволяют полностью обеспечить Камчатскую обл. электроэнергией и теплом более чем на 100 лет. Запасы тепла геотермальных вод Камчатки оцениваются в 5000 МВт.

Чукотка также имеет значительные запасы геотермального тепла на границе с Камчатской обл. Уже открытые здесь запасы тепла Земли могут в настоящее время активно использоваться для энергообеспечения близлежащих городов и поселков. Курильские о-ва имеют свои богатые запасы тепла Земли, которых достаточно для тепло- и электрообеспечения на 100-200 лет.

На Северном Кавказе хорошо изучены геотермальные месторождения с температурой в резервуаре от 70 до 180°C, находящиеся на глубине от 300 до 5000 м. Здесь много лет используется геотермальная вода для теплоснабжения и горячего водоснабжения. В Дагестане в год добывается более 6 млн м<sup>3</sup> геотермальной воды. На Северном Кавказе около 500 тыс. чел. используют геотермальное водоснабжение. Приморье, Прибайкалье, Западно-Сибирский регион, Магаданская обл. также располагают запасами геотермального тепла, пригодного для широкомасштабного использования в промышленности и сельском хозяйстве.

В настоящее время в зависимости от температуры геотермальные ресурсы широко используются в электроэнергетике и теплофикации, промышленности, сельском хозяйстве, бальнеологии и других отраслях.

Наибольшего экономического эффекта в энергетике можно достигнуть при замене централизованной системы традиционного теплоснабжения на локальные геотермальные источники тепла.

Потенциал геотермальных ресурсов России разделяется на высокопотенциальный, используемый для производства электроэнергии, и низкопотенциальный, используемый для теплоснабжения (рис. 2.17).

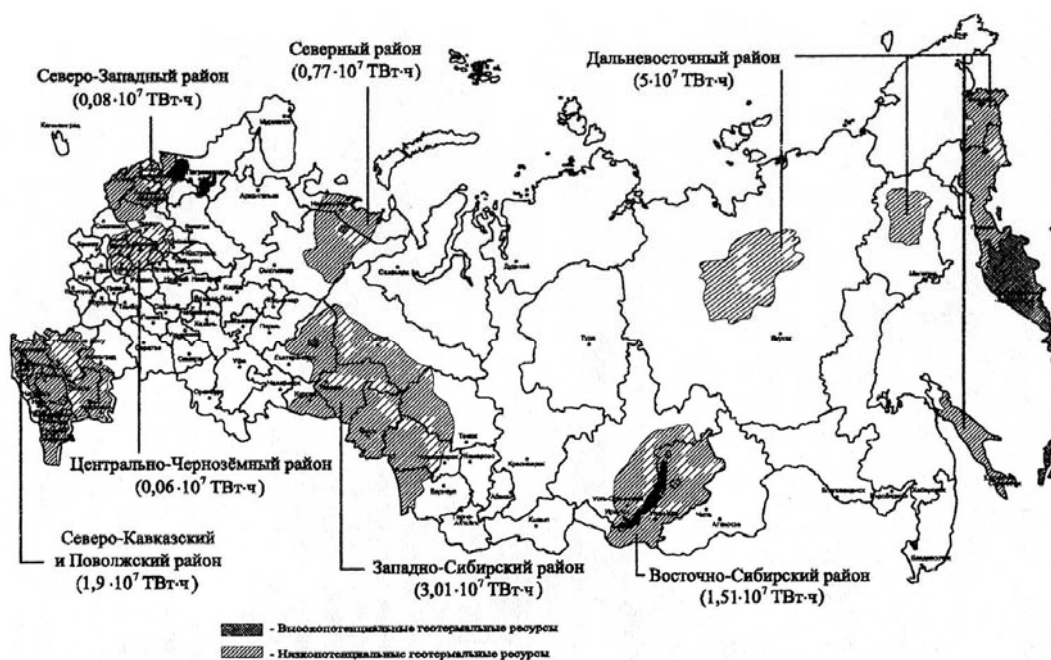


Рис. 2.17. Карта распределения потенциала геотермальных вод по территории России. (Источник Бакадыров В.Ф., 2004)

**Водородная энергетика.** Одним из важнейших направлений технического прогресса энергетики, которое будет способствовать устойчивому развитию мирового сообщества, является использование в энергетике водорода. Это связано тем, что водород обладает высокой теплотворной способностью - свыше 33000 ккал/кг, то более, чем в 3 раза превышает теплоту сгорания бензина. Использование водорода для получения энергии не загрязняет окружающую среду, так как продуктом его сгорания является чистая вода. Трубопроводная транспортировка водорода дешевле в 10 раз передачи энергии по линиям электропередачи. Как топливо водород качественно близок к природному газу и топливно-воздушным смесям, получаемым из нефти и угля. Поэтому водород пригоден в тех же технологических установках, что и другие органические топлива [76, 77].

В настоящее время водород получают из органических топлив (метана, продуктов переработки нефти, угля), и менее 1% водорода получают на основе электролиза воды. По-существу, водородная энергетика предполагает освоение технологий расщепления воды с наименьшими потерями энергии.



Атомно-водородная энергетика. Наиболее перспективным является использование высокотемпературного гелиевого реактора (ВТГР), вырабатывающего тепловую энергию с температурой около 1000°C. Полученная теплота может быть использована для производства электроэнергии с высоким КПД в прямом газотурбинном цикле и для снабжения высокотемпературной теплотой и электричеством процессов производства водорода, например, на основе описанного выше серно-кислородного цикла. Все это повышает КПД АЭС до 60-70%.

При крупномасштабном использовании водорода требуются безопасные и эффективные системы его централизованного и индивидуального хранения с учетом его горючести и взрывоопасности.

Обращение с водородом у индивидуальных потребителей требует решения проблемы локального хранения. Это особенно важно при использовании водорода в автомобилях, где наряду с требованиями безопасности должны быть обеспечены высокие показатели по удельной емкости на единицу массы и объема.

**Электрохимическая энергия.** Под электрохимической энергетикой понимают системы, в основе функционирования которых лежат электрохимические процессы, предназначенные для преобразования, хранения и использования энергетических ресурсов. Наибольшее распространение получили химические источники электрической энергии (ХИЭЭ), общая мощность которых соизмерима с общей мощностью всех электростанций мира [76].

Поскольку электрическую энергию нельзя накапливать впрок в необходимых количествах, ее с достаточно высоким КПД можно преобразовать в химическую энергию (с помощью ХИЭЭ) веществ с большой внутренней энергией (водород, литий, алюминий, цинк, марганец и др.). Эти химические вещества могут транспортироваться к месту потребления и там обратимо преобразовываться в электрическую или другие виды энергии.

Основным недостатком ХИЭЭ является малая плотность потока энергии (не более 200 Вт·ч/м<sup>2</sup>), что делает их непригодными для энергетически больших мощностей. Однако, ХИЭЭ незаменимы на транспорте, в связи и системах оперативного управления. Важным достоинством ХИЭЭ является их постоянная готовность к действию, малая зависимость от условий внешней среды.

Многим современным требованиям к ХИЭЭ для большой энергетики удовлетворяют так называемые топливные элементы (ТЭ) и созданные на их основе электрохимические генераторы (ЭХГ). По принципу действия ТЭ близки к работе гальванической батареи, к полюсам которой непрерывно подводятся расходуемые химические реагенты, обеспечивающие выход свободных электронов на аноде и поглощение электронов при реакции окисления на катоде. Функционально ЭХГ аналогичны тепловым машинам, поскольку они способны производить энергию, пока поступают реагенты (топливо и окислитель) и происходит отвод продуктов реакции.

Для топливных элементов нет термодинамических ограничений, и теоретический КПД прямого преобразования химической энергии топлива в электрическую равен 100%. В реальных условиях в зависимости от вида топлива и технологии его использования уже достигнутый КПД ЭХГ равен 70% и в перспективе может быть доведен до 90%.

## **Литература к разделу 2. Минеральные и энергетические ресурсы**

1. Геология полезных ископаемых/Учебник для высшей школы. В.И. Старостин, П.А. Игнатов. – М.: Академический Проект, 2004. – 512 с.: ил.
2. Природные ресурсы мира: Учеб. пособие/Э.П. Романова, Л.И. Куракова, Ю.Г. Ермаков. – М.: Изд-во МГУ, 1993. – 304 с.: ил.
3. <http://www.xumuk.ru/encyclopedia/2/2829.html>>неметаллические полезные ископаемые</a>

4. Авдонин В.А., Бойцов В.Е., Григорьев и др. Месторождения металлических полезных ископаемых. – 2-е изд., испр. и доп. -М.: Академический проект, Трикста, 2005.-.720 с. – («Gaudeamus»). С.8-10.
5. <http://www.krugosvet.ru/articles/20/1002069/1002069a9.htm>
6. Геология и геохимия марганца. М.:Наука, 1982.
7. Справочник для геологов по черным металлам / В.М. Григорьев, Л.Ф. Борисенко, Г.Г. Кравченко, В.П. Рахманов. М.: Недра, 1985.
8. Рой С. Месторождения марганца
9. Борисенко Л.Ф. Руды ванадия. М.: Наука, 1983.
10. Бокситы и другие руды алюминиевой промышленности. М.: Наука, 1988.
11. Медно-рудные месторождения – типы и условия образования. М.: Недра, 1987.
12. Перваго В.А. Свинцово-цинковые месторождения мира. М.: Недра, 1993.
13. Горная энциклопедия. Т. 1-5. М.: Советская энциклопедия, 1984-1991.
14. Смирнов В.И. Геология полезных ископаемых. М.:Недра, 1989.
15. <http://www.xumuk.ru/encyclopedia/2/2829.html>>неметаллические полезные ископаемые
16. <http://www.krugosvet.ru/articles/20/1002069/1002069a9.htm>
17. Еремин Н.Г. Неметаллические полезные ископаемые. Изд-во МГУ, 2004.
18. Неметаллические полезные ископаемые СССР. Справоч. пособие, М., 1984
19. Кужварт М., Неметаллические полезные ископаемые, пер. с англ., М., 1986
20. Минеральные ресурсы мира. М.: ВНИИ Зарубежгеология, 2001-2003.

21. Романович И.Ф., Месторождения неметаллических полезных ископаемых М., 1986.
22. Скиннер Б. Хватит ли человечеству земных ресурсов? М.: Изд-во «Мир», 1989.
23. Тулеев А.М., Шатиоров С.В. Уголь России в XXI веке. Проблемы и решения. М.: Изд-во Коллекция «Совершенно секретно», 2003.
24. Ергин. Д и М. Стоппард М. /Россия в глобальной политике, т. 1, № 4, окт.–дек. 2003. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [www.rosnedra.com/data/Files/File/245.ppt](http://www.rosnedra.com/data/Files/File/245.ppt).
25. Симония Н.А. Ситуация на мировых рынках нефти и газа. /Россия в глобальной политике. №2, март-апрель 2004. [Электронный ресурс]. - 2004.- Режим доступа: <http://www.globalaffairs.ru/numbers/7/2035.html>
26. Газовая промышленность. [Электронный ресурс]. - Март 2006. – Режим доступа: [www.labenin.ru/Docs/mir\\_tend\\_neft\\_gaz.doc](http://www.labenin.ru/Docs/mir_tend_neft_gaz.doc)
27. Горючие полезные ископаемые. /Энциклопедия Кругосвет. - [Электронный ресурс]. - 2008.- Режим доступа: <http://www.krugosvet.ru/articles/20/1002069/1002069a9.htm>
28. Бакиров А. А. Геология и геохимия нефти и газа /Учебное пособие. – [Электронный ресурс]. – 2008. – Режим доступа: [www.dobi.oglib.ru/bgl/8168.html](http://www.dobi.oglib.ru/bgl/8168.html). - Загл. с экрана.
29. Брод И.О., Еременко Н.А. Основы геологии нефти и газа. М.: Гостоптехиздат, 1957.
30. Баженова О. К. и др. Геология и геохимия нефти и газа. М.: Изд-во МГУ, 2000.
31. Геология и геохимия нефти и газа. /Под ред.А.А.Бакирова. М.: Изд-во Недр, 1982.
32. Волков В.Н. Основы геологии горючих ископаемых, СПб; 1993г.
33. Еременко Н.А., Чилингар Г.В. Геология нефти и газа на рубеже веков. М.: Наука . 1996.

34. Вассоевич Н.Б. Нефтегазоносность осадочных бассейнов. М.: Наука, 1988, 260 с.

35. Горючие полезные ископаемые. /Энциклопедия Кругосвет. - [Электронный ресурс]. – 2008.- Режим доступа: <http://www.krugosvet.ru/articles/20/1002069/1002069a9.htm>

36. Симония Н.А. Энергобезопасность Запада и роль России / Россия в глобальной политике. №2. Март – Апрель 2004.- [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.globalaffairs.ru/numbers/7/>. Загл. с экрана.

37. Геология нефти [Электронный ресурс]: Свободная энциклопедия «Википедия». Обн. 2008 – Режим доступа: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Геология\\_нефти](http://ru.wikipedia.org/wiki/Геология_нефти).

38. И.В.Высоцкий, В.И.Высоцкий, В.Б.Оленин Нефтегазоносные бассейны зарубежных стран /Учебник 2-е издание, переработанное и дополненное. М.: "Недра", 1990. 405 с.

39. Грамберг И.С. Глобальный аспект нефтегазоносности континентальных окраин океанов // Геология нефти и газа, 1998, 10. Библиотека Дамирджана [Электронный ресурс]. –2008. – Режим доступа: [www.geolib.ru/OilGasGeo/1998/10/Stat/stat05.html](http://www.geolib.ru/OilGasGeo/1998/10/Stat/stat05.html) · 31 КБ. - Загл. с экрана.

40. Запасы и месторождения нефти. [Электронный ресурс]. – 2005. Сайт [www.gasoline.ru](http://www.gasoline.ru). – Загл. с экрана.

41. И.В.Высоцкий, В.И.Высоцкий, В.Б.Оленин Нефтегазоносные бассейны зарубежных стран. / Учебник 2-е издание, переработанное и дополненное. М.: "Недра", 1990. 405 с.

42. Электронный ресурс. - Режим доступа: <http://www.bs63.mnogosmenka.ru/bs630187/bs630190.h...>

43. Мировые тенденции в развитии нефтегазового комплекса. [Электронный ресурс]. –2004. – Режим доступа: [www.labenin.ru/Docs/mir\\_tend\\_neft\\_gaz.doc](http://www.labenin.ru/Docs/mir_tend_neft_gaz.doc) - Загл. с экрана

44. Тулеев А.М., Шатилов С.В. Уголь России в XXI веке проблемы и решения. Изд-во ООО Коллекция «Совершенно секретно», 2003, 301 с.

45. Глоссарий .ru: Ископаемые угли. [Электронный ресурс]; сайт [www.glossary.ru/cgi-bin/gl CGI](http://www.glossary.ru/cgi-bin/gl CGI)
46. Горючие полезные ископаемые. Энциклопедия Кругосвет [Электронный ресурс].- 2008.- Режим доступа: <http://www.krugosvet.ru/articles/20/1002069/1002069a9.htm>
47. Глоссарий .ru: Твердые полезные ископаемые. [Электронный ресурс]; сайт [www.glossary.ru/cgi-bin/gl CGI](http://www.glossary.ru/cgi-bin/gl CGI)
48. Портал ЕН. [Электронный ресурс]. Словарь научных терминов. – Режим доступа: <http://e-scincl.ru>
49. Г. Кеселер. Ядерная энергетика. М.: "Энергоиздат", 1986.
50. Головин И.С. Оценка реальных путей развития долгосрочной ядерной энергетики. // "Космос, время, энергия. Сборник статей, посвящённых 100-летию Д.Д.Иваненко". - М.: "Белка", 2004.- 415с. [Электронный ресурс]: сокращенный вариант. – Режим доступ: <http://www.h-cosmos.ru/iv12-2.htm>
51. Цегельник Э. Уран – главный металл атомной энергетики. Журнал «Атомная стратегия» №18, сент. 2005. [Электронный ресурс]: Сайт [www.poaatom.ru](http://www.poaatom.ru)
52. Ядерная энергетика в России. [Электронный ресурс]: Фонд общественное мнение. База данных ФОМ. Сайт [www.fom.ru](http://www.fom.ru)
53. И.Л., Машковцев, Б.И. Машковцев, Е.В. Станис, Саумитра Нараян Деб. Технология подземной добычи угля и охрана окружающей природной среды. Учебное пособие. М.: из-во РУДН, 2007, 362 с.
54. С.П. Горшков. Концептуальные основы геоэкологии. СПбУ, 1998, 447 с.
55. Бучкин М.С., Зайцев А.С., Коробейников В.А. Оценка изменений геологической среды в районах горнодобывающих комплексов. Сб. «Влияние добычи полезных ископаемых на окружающую среду», ч.1. М.: 1989, с. 171-186.

56. Экологические функции литосферы. /под ред. В.Т.Трофимова. - М.: МГУ, 2000. 430 с. с.79/С.143

57. Мироненко В.А., Стрельский Ф.П. «Гидромеханические исследования в горном деле». В сб. Экологические проблемы горного производства.- М.: МГГУ, 1993, с. 45-52.

58. Рожковский А. «Влияние добычи полезных ископаемых на водную среду в Верхнесилезском угольном бассейне (ПНР)». В сб. «Влияние добычи полезных ископаемых на окружающую среду», ч.1. М.: 1989, с. 98 – 111.

59. Galperin A.M., Streltsov V.I. Litomonitiring in Serfase Mining. Proc. Of sixth Int. Congr. IAEG. Amsterdam, 1990, V.3, p.p.2187-2190. Balkema publ.

60. Фромм В.В., Володарский О.Ф., Володарская. Изменение инженерно-геологических свойств пород угольных месторождений под влиянием гидрогеохимического выветривания. В сб. Экологические проблемы горного производства. - М.: МГГУ, 1993, с. 101-115.

61. Гальперин А.М., Ферстер В., Шеф Х.-Ю. Техногенные Массивы и охрана окружающей среды. М., 1997. 534 с.

62. Грибанова Л.П. Оценка устойчивости геологической среды к влиянию полигонов ТБО // Разведка и охрана недр. 1990. № 3. С. 29 – 33.

63. Stanis E.V. Underground mining influences on an environment. Proceedings of the ISSMGEs fifth international congress organized by the Geoenvironmental Research Centre. Cardiff University and held at Cardiff Hall on 26-30 th June 2006. Opportunities, Challenges and Responsibilities for Environmental Geotecnics, v 2, 2006. P.1115-1120.

64. Зорина И.В. Экологическая оценка технологии ведения подземных горных работ в инертной газовой среде. В сб. Экологические проблемы горного производства. - М.: МГГУ, 1993, с. 172 – 179.

65. О.В. Богданович. Лекции по экологии. М.: Физматлит, 2002, 205 с.

66. Экология, охрана природы и экологическая безопасность / под ред. Проф. В.И.Данилова-Данильяна. - М.:1997. 744 с.

67. Промышленная ботаника // под общей ред. Е.Н.Кондратюка. - Киев,: «Наукова думка», 1980, 256 с.
68. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. - М.: Наука, 1965, 374 с.
69. Давиденко Н.М. Актуальные вопросы геоэкологии. М.: ГЕОС, 2003. 427 с.
70. Протасов В.Ф., Молчанов А. В. Экология, здоровье и природопользование в России. М.: Финансы и статистика, 1995. 525 с.
71. Котлов Ф.В. Изменение геологической среды под влиянием деятельности человека. М.: Недра, 1978. 263 с.
72. (Щелкачев В.Н. Анализ разработки крупнейших нефтяных месторождений СНГ и США. М.: Всероссийский НИИ организации, управления и экономики нефтегазовой промышленности, 1994. 76 с.
73. Гриценко А.И. и др. Экологические проблемы газовой промышленности. М.:ВННИИГАЗ, 1993. 94 с.
74. Абрамов В.Н., Абрамов А.И. А нужна ли нам ядерная энергетика? – М.; Изд-во АТ, 1992. – 176 с.
75. Ушаков В.Г. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии: Учеб. пособие. – Новочеркасск; Изд-во НГТУ, 1994. – 120 с.
76. Быкадоров В.Ф. Нетрадиционные технологии производства электроренергии и окружающая среда: Учеб. Пособие/ Юж.-Рос. Гос.техн. ун-т. – Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2004. – 72 с.
77. Давыдова С.Л., Тагасов В.И. Ресурсные и экологические особенности нефтегазового производства: Учеб. Пособие. – М.: РУДН, 2007. – 172 с.
78. Трешер Роберт. Энергия ветра в наши дни [Электронный ресурс]: - 2007; статья опубликована на сайте [eJournal USA](http://www.eJournalUSA.com).
79. Барановский А. [Электронный ресурс]: - Режим доступа: [http://www/ng.ru/science/2004-02-25/15\\_energy.html](http://www/ng.ru/science/2004-02-25/15_energy.html)



## Раздел 3. КЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

### 3.1. Общая характеристика климатических ресурсов.

*Под климатическими ресурсами* понимают особенности климата территории, оцениваемые совокупностью элементов теплового светового, ветрового режима и режима увлажнения, используемые для решения социально-экономических задач с целью улучшения качества жизни и улучшения благосостояния населения [1].

*Климатические ресурсы* относятся к ресурсам атмосферы, являются неисчерпаемыми природными ресурсами и, обладая способностью к возобновлению, практически неограниченны по своим запасам. Однако, определяя климатические ресурсы как неограниченные, следует отметить, что усиливающаяся антропогенная нагрузка на природную среду, в том числе и на атмосферу, может существенно ухудшить качество климатических ресурсов. Предполагаемое глобальное потепление, в том числе и в результате загрязнения атмосферы, вызовет изменения региональных агроклиматических условий и смещение природных зон на Земле. Эти изменения вызовут существенную перестройку мировой экономической структуры, что потребует больших материальных затрат. По экспертным оценкам климатологов [2] понижение среднегодовой глобальной температуры на 1<sup>0</sup>С вызовет затраты только в энергетике порядка 10 млрд.\$, а общий ущерб составит 50 млрд.\$. При этом затраты на стабилизацию природных и социальных ресурсов планеты могут составить 1,4 трл.\$. Более вероятный сценарий развития - повышение температуры даже на 1<sup>0</sup>С увеличит продолжительность вегетационного периода на 2-3 недели и приведет к существенной аридизации климата наиболее продуктивных в настоящее время регионов, что тоже повлечет за собой большие материальные потери. Поэтому, несмотря на кажущуюся неисчерпаемость климатических ресурсов, важнейшим направлением в их изучении и использовании являются вопросы охраны и рациональности использования.

А среди этого круга вопросов – вероятностные сценарии будущего климата отдельных регионов с оценкой колебаний основных агроклиматических показателей, определяющих продуктивность биоресурсов.

*Климатические ресурсы* оцениваются совокупностью показателей *светового, теплового, ветрового режима и режима увлажнения*. В систему оценок климатических ресурсов включают характеристики как отдельных метеорологических элементов, так и интегральные показатели, учитывающие совокупность отдельных элементов.

К ведущим *характеристикам климатических ресурсов* относятся средняя температура самого теплого и самого холодного месяца года, абсолютная максимальная и минимальная температура воздуха, годовая, сезонная сумма осадков, преобладающее направление ветра, продолжительность светового дня.

Интегральные показатели служат для целевого описания особенностей климата в зависимости от требований отдельных отраслей хозяйства. Такими показателями являются гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК), индекс увлажнения Колоскова (W), индекс скорости суммарного испарения Шишко ( $f_c$ ), индекс потенциальной урожайности Сапожниковой ( $K_y$ ). Интегральным показателем сельскохозяйственной продуктивности (этот показатель отражает сельскохозяйственный потенциал региона) считают биоклиматический потенциал  $H_{бкп}$ .

Наиболее важной составляющей климатических ресурсов является *солнечное излучение*. Количество солнечного излучения, получаемое Землей за год приблизительно оценивается в  $1,2 \times 10^{17}$  Вт ( $1 \times 10^{18}$  кВт/ч). Эта энергия почти в 2000 раз превышает современный уровень мирового энергопотребления. Среднесуточные значения солнечной радиации изменяются от 9 МДж/м<sup>2</sup> (в Антарктиде) до 25 КДж/м<sup>2</sup> в тропических пустынях (Саудовская Аравия, Австралия). Зональные различия в поступлении солнечной радиации приводят к различиям в распределении

условий тепло и влагообеспеченности, т.е. определяют региональные различия климатических ресурсов.

Климат оказывает существенное влияние на многие отрасли экономики (сельское хозяйство, энергетику, транспорт, коммунально-бытовое хозяйство), а аномалии погодных условий могут привести к изменениям валового национального продукта на несколько процентов. Предварительный прогноз климатических и погодных колебаний без дополнительных затрат позволяет экономить значительные суммы бюджетных средств.

В Китае при проектировании и строительстве металлургического комплекса учет климатологических данных позволил сэкономить 20 млн. \$. В Канаде использование климатической информации и специальных прогнозов в масштабах страны дает ежегодно экономию 50-100 млн. \$. В США с учетом только сельскохозяйственной, лесной и рыболовной отраслей сезонные прогнозы с оправдываемостью 60% дают выгоду 180 млн. \$ в год. При достижении точности прогнозов до 77% , выгода составила бы 310 млн. \$. По оценкам продавцов электроэнергии в США, использование климатических прогнозов ежегодно приносит их бизнесу свыше 1 млн. \$.

В Перу каждый удачный прогноз серьезных изменений климата без дополнительных затрат позволяет экономить до 700 млн. \$. В Австралии в дорожном строительстве гидрометеорологическая информация позволила сэкономить 33 млн. \$. Рекомендации правительства одного из штатов Австралии относительно использования прогностической информации позволили фермерам достичь общего дохода 4-20 \$ с каждого гектара угодий. В Новой Зеландии климатическая и прогностическая информация дает экономию расходов на производство электроэнергии на 2 млн. \$ в год [3].

В то же время недоучет климатических колебаний вызывает не только экономические, но и социальные потери.

Изучение воздействия климата на отдельные отрасли хозяйства осуществляется совокупностью прикладных климатических дисциплин (транспортная климатология, агроклиматология, медицинская климатология). Исследование климатических ресурсов как части природно-ресурсного потенциала региона предполагает комплексный подход, который реализует особое направление климатологии – экономическая климатология. Предмет и задачи этого направления, определенные в 60-ые годы 20 века выдающимся российским экономико-географом Ю.Г.Саушкиным, «...заключаются в том, чтобы рассмотреть влияние закономерного сочетания климатических процессов района на комплекс его производительных сил и обратное неизбежное влияние производства на сочетание климатических условий с определением объема, направления экономической эффективности работ по воздействию на климатические условия для наилучшего развития всей комбинации производительных сил района» [4].

### **3.2. Агроклиматические ресурсы.**

*Под агроклиматическими ресурсами понимают совокупность метеорологических факторов и, в первую очередь, тепла и влаги, которые определяют условия производства и продуктивность сельскохозяйственных культур [5, 6].*

Оценка климата как ресурса для развития сельского хозяйства базируется на характеристиках *термических ресурсов* вегетационного периода, ресурсов влаги, условий зимнего периода. Кроме того, при агроклиматической оценке учитывают:

- закон минимума (закон лимитирующего фактора), который гласит о том, что продуктивность (*урожайность*) определяется тем фактором, который находится в минимуме и
- количественные параметры связи продуктивности растений с факторами климата.

О последнем факторе говорил еще К.А.Тимирязев, отмечая в 1897 году, что климатические данные представляют интерес для сельского хозяйства

лишь тогда, когда наряду с ними известны требования, предъявляемые растениями к окружающей среде. Сопоставляя климатические характеристики с потребностью сельскохозяйственных культур в тепле, влаге, а также с критическими температурами гибели растений, определяют степень соответствия агроклиматических ресурсов данной территории требованиям сельскохозяйственных культур, т.е. оценивают *агроклиматический потенциал региона*. Методика оценки агроклиматических ресурсов разрабатывалась еще в XIX веке в трудах А.И.Воейкова и П.И.Броунова. В XX веке эти исследования получили дальнейшее развитие в работах Г.Т.Селянинова, П.И.Колоскова, Ф.Ф.Давитая, Л.Н.Бабушкна, И.А.Гольцберг, С.А.Сапожниковой, Ю.И.Чиркова, В.И.Шашко, А.Р.Константинова, А.П.Федосеева. За рубежом в этом направлении работали Б.Ливингстон, Дж.Ацци, Е.Никольс.

Метеорологические факторы в агроклиматологии подразделяются на основные и дополнительные. Основными являются свет, тепло, влага, воздух. Они одинаково необходимы растениям и оказывают на них непосредственное и прямое влияние в течение всего периода их жизни и на всей территории их произрастания. Дополнительные факторы: ветер, облачность, туман и т.д., играют второстепенную, косвенную роль и, действуя преимущественно в отдельные периоды и на ограниченных территориях, корректируют основные.

Для вегетационного периода и его отдельных подпериодов рассчитываются и анализируются:

- 1) термические и, частично, световые ресурсы;
- 2) ресурсы увлажнения, включая осадки и влажность почвы;
- 3) условия перезимовки культур;
- 4) неблагоприятные (опасные и особо опасные) явления [5].

Кроме этого, в соответствии с идеями, высказанными Тимирязевым, для сельскохозяйственной оценки климата учитывают критические и оптимальные температуры воздуха и почвы, суммы температур, необходимые

для завершения периода развития от посевов до созревания, количество влаги, обеспечивающее создание высокого урожая и повторяемость факторов климата, опасных для сельского хозяйства.

Количественно выраженные связи между факторами климата, с одной стороны, и развитием, ростом, зимостойкостью и формированием урожая- с другой, называют **агроклиматическими показателями**.

При оценке **агроклиматических ресурсов** используют средние многолетние значения метеорологических элементов или явлений, получаемые путем осреднения этих значений за ряд лет. Если ряд достаточно велик (40-80 лет), то такие средние значения называются **климатическими нормами**. Климатический элемент или явление оцениваются как часть агроклиматического ресурса по следующим параметрам: **частота, повторяемость, вероятность и обеспеченность**.

Расчет вероятности и обеспеченности осуществляется по эмпирическим формулам или аналитически. При аналитическом способе используют основные статистические параметры.

**Оценки термических ресурсов.** Для оценки потребностей растений в тепле за период вегетации используются суммы температур за определенный период: **суммы активных температур, суммы эффективных температур, суммы биологических температур**. Суммы температур как показатель суммарной потребности растений в тепле был введен еще Реомюром (1734 г.).

**Сумма активных температур** был впервые предложен Г.Т.Селяниновым. Этот показатель рассчитывается как сумма температур за период со среднесуточными температурами выше  $10^{\circ}\text{C}$  (активные температуры). Эти температуры служат показателем обеспеченности теплом периода активной вегетации сельскохозяйственных растений в умеренном поясе. Тесная связь между суммами активных температур и годовой суммой радиационного баланса, установленная М.И. Будыко, позволяет определять термические ресурсы различных климатических зон для целей сельского хозяйства.

Сумма активных температур за вегетационный период в отдельные годы сильно меняются. Для оценки обеспеченности сельскохозяйственных культур теплом в большинстве лет в данном регионе, определяют **повторяемость** случаев с данным значением сумм температур и рассчитывают **обеспеченность** требуемой суммы температур. На практике для этого используют график кривых обеспеченности вегетационного периода суммой температур выше  $10^{\circ}\text{C}$ .

Начальной точкой отсчета **сумм эффективных температур** служит точка биологического минимума, т.е. температура, при которой начинается развитие растения данной культуры (сорта, гибрида).

Потребность растений в тепле, выраженная суммой активных температур, неодинакова, различается и биологический минимум температуры. Так для яровой пшеницы этот минимум составляет  $5^{\circ}\text{C}$ , для кукурузы –  $10^{\circ}\text{C}$ , для хлопчатника –  $15^{\circ}\text{C}$  (табл.3.1).

Таблица 3.1.

**Характеристика тепловых ресурсов для выращивания некоторых видов сельскохозяйственных культур в условиях умеренных широт [1]**

Сельскохозяйственная культура	Сумма температур воздуха за вегетационный период $Q t \geq 10^{\circ}\text{C}$	Оптимальные температуры, $^{\circ}\text{C}$		Угнетающие или повреждающие температуры, $^{\circ}\text{C}$	
		t почвы при появлении и всходов, $^{\circ}\text{C}$	t воздуха для роста растений, $^{\circ}\text{C}$ .	При всходах	После всходов до созревания, более $^{\circ}\text{C}$
Яровая пшеница	1700-1900	20-25	20-25	0-2	35
Рис	2000-4000	20-34	25-30	0 -1,5	40
Кукуруза	1500-3200	21-23	20-30	-2-6	32
Хлопок	2700-4500	20-30	25-30	2-1	35
Огурец	1700-2000	26-30	25-28	0-1	35
Дыня, арбуз	1800-3600	25-35	25-30	5-1	45

Но для каждого сорта (гибрида) суммы эффективных температур постоянны как для отдельных периодов развития, так и для всего периода вегетации, что позволяет районировать сорта и различать гибриды по

скороспелости. Кроме нижнего предела температур (биологического минимума) эффективных температур устанавливается верхний максимум, температуры выше которого не только не ускоряют развития растений, но и могут даже замедлять. Так, установлено [7], что скорость развития растений умеренного пояса возрастает пропорционально повышению температур лишь в пределах от биологического минимума до средней суточной температуры 18-20<sup>0</sup>С. Температуры, не ускоряющие развитие растений, были названы **балластными** и при расчете сумм эффективных температур эти температуры ( $t^{\circ}\text{C}_{\text{сут}} > 20-35^{\circ}\text{C}$ ), исключают. Пример таких оценок для отдельных культур приводится в таблице 3.2.

Таблица 3.2

**Пример расчета сумм активных и эффективных температур**

Характеристики	10.05	11.05	12.05	13.05	14.05	15.05	16.05	17.05	18.05	сумма
Средняя суточная температура	12.0	10.5	8.6	4.9	7.6	12.1	15.2	18.3	16.4	105.6
Активная температура	12.0	10.5	0.0	0.0	0.0	12.1	15.2	18.3	16.4	84.5
Эффективная температура выше 5 <sup>0</sup> С	7.0	5.5	3.6	0.0	2.6	7.1	10.2	13.3	11.4	66.1
Эффективная температура выше 10 <sup>0</sup> С	2.0	0.5	0.0	0.0	0.0	2.1	5.2	8.3	6.4	24.5

**Суммы активных и эффективных температур** имеют экологическое значение, выражая связь растения со средой обитания.

Агроклиматическими показателями являются *критические температуры*, определяющие гибель растений. Это, прежде всего, *биологические и биоклиматические суммы температур*, предложенные



Д.И.Шашко [7]. Биологические суммы – это суммы средних температур в пределах биологического минимума температур от начала развития до созревания с температурными поправками (10-20<sup>0</sup>С на 1<sup>0</sup> географической широты места), учитывающими реакцию культуры на длину дня. Биоклиматические суммы температур численно равны биологическим с добавлением 200-300<sup>0</sup>С для 90% обеспеченности созревания урожая.

Для оценки термических условий выращивания сельскохозяйственных культур важны средние температуры дневного и ночного времени, экстремумы температур в различные периоды вегетации, статистику безморозного периода и другие термические оценки.

*Средние дневные и средние ночные температуры* позволяют учитывать географическую изменчивость продолжительности дня и ночи и изменения степени континентальности климата (при одной и той же средней суточной температуре в зависимости от географического положения местности сочетания дневных и ночных температур могут сильно различаться). Примером таких различий могут служить данные таблицы 3.3.

Таблица 3.3

**Суммы средних суточных, средних дневных и средних ночных температур воздуха за период со среднесуточной выше 10<sup>0</sup>С [5].**

Станция	$\sum T > 10^0 C$			$\sum T_{\text{дн}} - \sum T_{\text{ноч}}$
	$t_{\text{сут}}$	$t_{\text{дн}}$	$t_{\text{ноч}}$	
Сыктывкар	1460	1650	1000	650
Якутск	1550	1860	880	980
Новосибирск	1820	2070	1350	720
Красноярск	1810	2330	1290	1040
Ленкорань (Азербайджан)	4310	4980	3740	1240
Чардара (Казахстан)	4300	5760	2620	3140

В таблице 3.3 представлены пары станций, имеющие примерно одинаковые среднесуточные температуры и расположенные на близких

широтах, но на разной долготе, т.е. находящиеся в различных условиях континентальности климата. Эти данные хорошо иллюстрируют общую закономерность – увеличение разности между суммами температур дня и ночи и их возрастание с северо-запада ( $500-800^{\circ}\text{C}$ ) на юго-восток ( $2000-3000^{\circ}\text{C}$ ). В более континентальных восточных условиях суммы температур дня больше среднесуточных сумм, а суммы температур ночи меньше среднесуточных по сравнению со станциями, расположенными на западе. Увеличение сумм дневных температур приводит к более быстрому созреванию аналогичных сельскохозяйственных культур в юго-восточных и восточных районах и объясняет более высокое содержание белка в зерне яровой пшеницы.

*Экстремумы температур.* Минимальные температуры в отдельные месяцы позволяют судить об условиях перезимовки, о сроках окончания заморозков весной и их начале осенью. Максимальные температуры зимой показывают частоту оттепелей и их интенсивность, а летом характеризуют продолжительность периодов угнетения растений жарой.

Для оценки климата в холодный период в качестве основного показателя условий перезимовки принята *средняя из абсолютных годовых минимумов* температура воздуха, по которой рассчитывают повторяемость отклонений минимальной температуры в отдельные годы от нормы в данной местности. Например, в Батуми средний из абсолютных годовых минимумов  $-3,7^{\circ}\text{C}$ . Вероятность наступления минимальной температуры  $-5^{\circ}\text{C}$  составляет около 30%, а ниже  $-10^{\circ}\text{C}$  – только 12%, тогда как температура  $-3^{\circ}\text{C}$  имеет вероятность 100%. Это значит, что минимальная температура воздуха каждую зиму будет ниже  $-3^{\circ}\text{C}$ , хотя бы один раз в год ниже  $-5^{\circ}\text{C}$  – 3 раза в 10 лет, а температура  $-10^{\circ}\text{C}$ , опасная для цитрусовых, возможна только в 2 годах из 100. Пользуясь этими данными, можно рассчитать вероятность повреждения морозом ценных теплолюбивых культур.

Для оценки зимних условий используют также данные о снежном покрове (его высоте в период с наиболее низкой температурой).

Для комплексной характеристики зимнего периода используют различные показатели, связывающие суровость зимы со средним из абсолютных минимумов температуры воздуха и высотой снежного покрова. Примером такого показателя является комплексный показатель А.М.Шульгина:

$$K=T_m/C,$$

где  $T_m$  - средний из абсолютных минимумов температуры воздуха за самый холодный месяц,  $C$  – средняя высота (см) снежного покрова за этот же период. Ниже приведены показатели суровости климата для зимующих растений (таб. 3.4).

Таблица 3.4

**Оценка степени суровости зимы для Западной Сибири [5]**

Степень суровости зимы	Средний из абс. мин. температуры воздуха за месяц или за зиму ( $^{\circ}C$ )	Средняя высота снежного покрова (см)	Показатель суровости
Весьма суровая	Ниже -30	Менее 10	Более 3
Суровая	Ниже -30	От 10 до 30	От 1 до 3
Мягкая (мало суровая)	Выше -30	Более 30	Менее 1

**Оценки увлажнения.** Агроклиматическими показателями потребности во влаге являются запасы продуктивной влаги, суммы осадков, обеспечивающие определенный уровень урожая, показатели увлажнения, критические значения влажности почвы, вызывающие повреждения или гибель растений.

*Запасы продуктивной влаги в почве, наиболее важные агроклиматические показатели увлажнения, определяются обычно по горизонтам почвенного покрова и суммарно в слое 0-100 см.*

*Суммы осадков за период и межфазные периоды вегетации оцениваются в виде средних многолетних и вероятностных оценок. Средние*

многолетние суммы осадков характеризуют обеспеченность, близкую к 50%. Но этих данных не достаточно для оценки увлажнения, поскольку при одинаковой сумме осадков ресурс влаги в существенной мере определяются испарением. Поэтому в практике агроклиматических оценок увлажнения широко распространены *комплексные показатели*, учитывающие соотношение между осадками и косвенными характеристиками испаряемости. Наиболее часто используют гидротермический коэффициент (ГТК), индекс увлажнения ( $K_{ш}$ ) Д.Н.Шашко, показатели увлажнения ( $P_y$ ) по М.И.Будыко и индекс засухи Д.А. Педь.

*Гидротермический коэффициент (ГТК) Т.Г. Селянинова*, предложенный в 1928 году, рассчитывается следующим образом:

$$ГТК = \Sigma R / 0,1 \Sigma t_{>10}^0,$$

где  $\Sigma R$  - сумма осадков за вегетационный период,  $\Sigma t_{>10}^0$  - сумма эффективных температур за тот же период.

Величина ГТК за июнь-август больше 1,6 характеризует избыточно влажную зону, 1,6-1,3 – лесную влажную зону, 1,3-1,0 – лесостепь (недостаточное увлажнение), 1,0-0,7 - степь (засушливая зона), 0,7-0,4 – сухую степь (очень засушливая зона), 0,4 и меньше - полупустыню и пустыню. При других периодах обобщения оценки ГТК будут несколько иными: менее 0,3- очень сухо; 0,3-0,5- сухо; 0,5-0,7 – засушливо; 0,7-1,0- недостаток влаги; 1,0- равенство прихода и расхода; 1,0-1,5- достаточное количество влаги; более 1,5 - избыток влаги; более 2,0- избыток влаги (для тропиков) [5].

*Индекс увлажнения ( $K_{ш}$ ) Д.Н.Шашко:*

$$K_{ш} = \Sigma R / \Sigma d,$$

где  $\Sigma R$ - годовая сумма осадков;  $\Sigma d$  - сумма дефицитов упругости водяного пара, выраженная в миллибарах.

*Показатель увлажнения ( $P_y$ ) по М.И.Будыко:*

$$P_y = \Sigma R / 0,18 \Sigma t^{\circ}C,$$

где  $\Sigma R$  и  $\Sigma t^{\circ}C$  - соответственно суммы осадков и сумма активных температур за год.

Вышерассмотренные комплексные показатели агроклиматических условий используются в моделях, оценивающих влияние экстремальных погодных условий вегетационного периода (или его частей) на показатели общественного производства. Так, в 1972 и в 1975 гг. на ЕТР России и Украины в течение 3—4 месяцев вегетационного периода имели место жестокие засухи (с ГТК до 0,7), в остальные годы пятилетки 1971-1975 гг. наблюдались относительно благоприятные гидротермические условия.

Таблица 3.5

**Значения ГТК и темпы прироста некоторых показателей развития в 1971-1975 гг. [6].**

Показатели	1971	1972	1973	1974	1975
1. ГТК вегетационного периода (май-июнь) на территории ЕТР южнее Вологды, западнее Самары	0,95	0,61	1,02	1,2	0,58
2. Валовая продукция сельского хозяйства	99	91	122	105	93
3. Затраты на производство зерновых	109	108	85	95	125
4. Производительность труда в сельском хозяйстве	102	93	123	109	93
5. Выработка энергии гидроэлектростанция	100	97	100	112	93

Данные таблицы 3.5 свидетельствуют о тесной сопряженности колебаний показателей продукции от величины ГТК. Видно, что прирост валового производства зерна в годы засух были отрицательными. В эти же годы возрастают затраты на производство зерна и резко уменьшается производительность труда в сельском хозяйстве.

Условия увлажнения в отдельные годы могут значительно отличаться от средних многолетних. Поэтому важным параметром оценки агроклиматических условий является вероятность различно увлажненных лет. Для примера (табл.3.6) приведены вероятностные характеристики

условий увлажнения по природным зонам, рассчитанные по ГТК Селянинова Т.Г.

Таблица 3.6

**Вероятность различно увлажненных лет по природным зонам [1].**

Природная зона	Средний многолетний ГТК за период $T \geq 10^{\circ}\text{C}$	Вероятность различно увлажненных лет (в %)					
		Сухих	Очень засушливых	Засушливых	Слабо засушливых	Влажных	Избыточно влажных
Тайга	$\geq 1,6$	0	0	5	10	25	60
Смешанные леса	1,6-1,3	0	5	10	25	30	30
Лесостепь	1,3-1,0	0	15	25	30	20	10
Типичная степь	1,0-0,7	10	25	35	20	5	5
Сухая степь	0,7-0,4	35	45	15	5	0	0
Полупустыня	0,4-0,2	75	20	5	0	0	0
Пустыня	$\leq 0,2$	98	2	0	0	0	0

При характеристике водного режима фитоценозов аридных зон важно учитывать объемы орошения. Наиболее употребляемым методом расчетов в этом случае считают биоклиматический метод А. М. Алпатьева [1]. В этом методе суммарное водопотребление растений рассчитывают по биологическим кривым водопотребления, построенным по значениям коэффициента  $K$ .

$$E = K \sum d,$$

где  $E$  — потребность культуры в воде за вегетацию или ее подпериод (мм),  $\sum d$  — сумма дефицитов упругости водяного пара (мм или мбар);  $K$  — биологический коэффициент испарения данной культуры за этот же период.

**Оценка биоклиматического потенциала.** Ограничивающим фактором как для развития сельского хозяйства, так и для формирования тех или иных биоценозов и связанных с ними биологических ресурсов является уровень *биоклиматического потенциала* региона, под которым понимают совокупность характеристик атмосферы как составной части окружающей

среды, определяющих условия жизни живых организмов – возможности вегетации растительного или жизнедеятельности животного организм, в том числе и человека (т.е. воздух, свет, тепло и влага).

*Воздух* сформировался в результате эволюции биосферы в течение сотен миллионов лет и приобрел следующие жизнеобеспечивающие свойства: высокое содержание кислорода, низкую плотность и ее понижение с высотой, понижение с высотой парциального давления атмосферных газов, прозрачность для потока солнечного света, постоянство газового состава.

Высокое содержание кислорода (21%) предопределяет формирование достаточного уровня энергетического метаболизма. Слабая пространственная изменчивость удельного веса азота, кислорода, диоксида углерода определяет постоянство этих основных компонентов атмосферы, жизненно необходимых живым организмам. Низкая плотность воздуха ( $1,25\text{кг/м}^3$  у поверхности) и ее резкое понижение с высотой ( $0,74\text{кг/м}^3$  на высоте 5 км) ограничивают распространение развитых организмов по вертикали. Понижение с высотой парциального давления атмосферных газов (в частности  $\text{CO}_2$ ) предопределяет границы распространения растений-фотосинтетиков на высоту. Так в Гималаях распространение зеленой растительности ограничено высотой 6200 м. Критический порог кратковременного пребывания человека без кислородного прибора ограничивается высотами 6000-7000м.

*Свет.* Прозрачность атмосферы определяет поступление на поверхность планеты до 47% потока солнечного света, падающего на ее внешнюю границу [7]. Почти половина потока солнечного света приходится на фотосинтетически активную радиацию (ФАР) с длиной волны 380-710 нм. Эта часть солнечной радиации составляет энергетическую основу фотосинтеза.

Нижняя часть атмосферы, в силу шарообразности Земли, наклона оси ее вращения и географического распределения суши и моря обладает специфическим свойством – зональностью климата – важнейшим экологическим фактором, определяющим разнообразие ландшафтных условий Земли и образование

своеобразных совокупностей экосистем. Для каждой экосистемы характерны специфические сочетания тепла и влаги, которые определяют биологическую продуктивность этих экосистем. **Биологическая продуктивность** – способность создавать органическое вещество, называемое продукцией. Продуктивность характеризуется объемом или весом биомассы ( $m^3$ , кг, т), созданной на единице площади ( $cm^2$ ,  $m^2$ ) в единицу времени (час, сутки, год).

В соответствии с подсчетами М.И. Будыко, ассимиляция углекислого газа в процессе фотосинтеза ( $F_{CO_2}$ ) следующим образом зависит от составляющих радиационного баланса (R) [1]:

$$F_{CO_2} = RC / \left( \frac{L}{a}(q_s - q) + lC + b(T_e - T_v) \right),$$

где R – радиационный баланс, C – концентрация  $CO_2$ , L- скрытая теплота испарения, a – коэффициент, зависящий от диффузии водяного пара и углекислоты,  $q_s$ - концентрация водяного пара у внутренней поверхности листа, q – фоновое значение концентрации водяного пара в атмосфере, l - расход энергии на ассимиляцию 1 г  $CO_2$ , b- теплоемкость воздуха у листа,  $T_e$ ,  $T_v$  соответствующие температуры поверхности листьев и окружающего воздуха.

Затраты энергии на ассимиляцию углекислого газа (т.е. в конечном счете биологическая продуктивность) могут достигать в средних широтах 8% от радиационного баланса. Эта оценка является теоретически возможной величиной коэффициента полезного действия (КПД) фотосинтеза растений. Фактическое КПД отдельных растительных сообществ рассчитывается как отношение энергетического эквивалента фотосинтеза (теплотворной способности, содержащейся в 1г сухого вещества) и радиационного баланса. Соотнося КПД конкретных растительных сообществ (в том числе сельскохозяйственных культур) с теоретически возможным КПД для данного региона, можно получить оценки максимально возможной биологической продуктивности (величины потенциального урожая сельскохозяйственных культур при наиболее комфортных климатических условиях и оптимальной агротехники), которая достигается в соответствии с законом факторного оптимума в условиях наиболее благоприятного соотношения экологических факторов.



Для человека закон оптимума понимается как состояние ощущения *комфортности*, при котором обеспечивается оптимальный уровень физиологических функций, в то же время организм не ощущает ни жары, ни холода. Климатические условия комфортности являются определяющими при оценке рекреационного потенциала климата.

Практическая оценка биоклиматической продуктивности сельскохозяйственных культур в агроклиматологии осуществляется с помощью *индекса биоклиматического потенциала*  $H_{бкп}$ , рассчитываемого по формуле Д.И. Шашко:

$$H_{бкп} = K_{бп} \Sigma t_{>10}^0 / 1000^\circ,$$

где  $K_{бп}$  - коэффициент биологической продуктивности растений, зависящий от показателя скорости испарения  $M_c$  по формуле:  $M_c = f_c / \Sigma d$ , в которой  $f_c$  - суммарное испарение,  $\Sigma d$  - сумма дефицитов влажности воздуха. Для расчета индекса биоклиматического потенциала используют следующие соотношения между оценками  $K_{бп}$  и  $M_c$  (табл. 3.7).

Таблица 3.7

**Относительные величины  $K_{бп}$  при различных значениях годового показателя скорости испарения  $M_c$**

$M_c$	0,1	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
$K_{бп}$	0,19	0,41	0,37	0,69	0,79	0,86	0,92	0,97	1,00

По индексу  $H_{бкп}$  условия средней биоклиматической продуктивности культур приближенно идентифицируются так: пониженные -  $<1,5$ , средние -  $1,5-2,0$ , повышенные -  $>2,0$ .

Используя средние фоновые оценки  $H_{бкп}$  по районам, можно получить сравнительные оценки продуктивности различных регионов. Например, на юго-западных черноземах Причерноморья (Одесская область) при  $\Sigma t_{>10}^0 = 3000^0$ ,  $M_c = 0,25$  имеет место повышенный биоклиматический потенциал:

$$H_{бкп} = 0,69 \times 3000 / 1000 = 0,69 \times 3 = 2,07.$$

Северо-Кавказский район относится к районам с высокой биоклиматической продуктивностью ( $H_{\text{бклп}} > 2,40$ ). Нечерноземная зона (Волго-Вятский экономический район) характеризуются средней продуктивностью ( $H_{\text{бклп}} = 1,9$ ). Для Восточно-Сибирского района с холодными зимами и невысоким увлажнением  $H_{\text{бклп}} = 1,35$ , что соответствует пониженной продуктивности.

**Агроклиматическое районирование.** Оценки и критерии агроклиматических ресурсов являются основой для размещения сельскохозяйственных культур, специализации производства, освоения слабо заселенных территорий, оптимизации производительных сил. Они определяют стратегию долгосрочного планирования в отдельных отраслях производства. Недоучет особенностей агроклиматических ресурсов в том или ином районе или во временной перспективе может принести экономический вред, привести к серьезному ущербу и нежелательным социальным последствиям [8].

Оценка агроклиматических ресурсов позволяет проводить *агроклиматическое районирование*, которое дает научное обоснование размещения сельскохозяйственных культур и приемов их возделывания в различных климатических зонах. При агроклиматическом районировании выделяют районы с разной обеспеченностью теплом и влагой культурных растений, а также по условиям перезимовки. Стандартными показателями районирования территории по обеспеченности растений теплом являются значения эффективных температур, а также критические низкие и высокие температуры, повреждающие растения в период их вегетации и в период покоя (для озимых и многолетних растений).

Агроклиматическое районирование по обеспеченности растений влагой проводят на основании ГТК или иных показателей увлажнения. При оценке обеспеченности влагой учитывают запасы продуктивной влаги в почве в различные периоды вегетации, а также устойчивость сортов к засухе, суховеям, сильным ветрам и другим неблагоприятным метеорологическим явлениям.

По условиям перезимовки в умеренном поясе выделяют области с различными условиями для озимых культур: мягкая, суровая и очень суровая зима. Последняя характеризует условия почти ежегодного вымерзания озимых.

Ресурсы солнечной радиации при агроклиматическом районировании учитываются по таким показателям как приход фотосинтетически активной радиации за отдельные месяцы теплого периода и за период со средними суточными температурами выше 10° С [5]. При районировании некоторых культур принимают во внимание продолжительность дня.

Комплексное районирование территории экономических регионов по агроклиматическим ресурсам и определение их сельскохозяйственного потенциала осуществляется на основе учета совокупности этих показателей.

Агроклиматическое районирование является завершающим этапом исследования климата для целей сельскохозяйственного производства. На основании агроклиматического районирования для всех культурных растений выделяют районы их наибольшей продуктивности, определение которых базируется на следующих основных условиях:

- 1) термические ресурсы должны ежегодно (или в 80—90% лет) обеспечивать период вегетации данной культуры от посева до созревания;
- 2) ресурсы влаги в течение вегетационного периода должны обеспечивать формирование наибольшей продуктивности;
- 3) для зимующих культур комплекс агроклиматических условий должен обеспечивать наименьшие повреждения посевов в зимний период.

Агроклиматические ресурсы определяют сроки начала полевых работ, которые связаны с датами оттаивания и просыхания почвы до мягкопластичного состояния, что соответствует запасам продуктивной влаги 20—50 мм в слое почвы 0—20 см. Поэтому агроклиматическим показателем массового наступления полевых работ является дата перехода средней суточной температуры воздуха через 5°С.

От агроклиматических условий в значительной степени зависит эффективность применения минеральных удобрений. Установлено, что на каждые 10% увеличения засушливости климата эффективность удобрений (ЭУ) снижается на 15% [5].

Климатические условия определяют не только потенциальную продуктивность культурных растений, но и качество урожая практически всех культурных растений. Еще опытами Д.Н.Прянишникова в конце 19 века установлено, что качество урожая пшеницы, определяемое по содержанию белка и клейковины в зерне повышается с повышением температуры и уменьшением влажности. Развитие и степень вредоносности различных видов вредителей и болезней культурных растений также в значительной мере определяются условиями климата.

Таким образом, оценка *агроклиматических ресурсов* как части природно-ресурсного потенциала включает в себя решение следующих задач:

- установление агроклиматических показателей территории;
- выявление зависимости развития и продуктивности (с учетом качества) культурных растений и животных от факторов климата;
- оценку степени соответствия *агроклиматических ресурсов* потребности культурных растений (животных);
- проведение общего агроклиматического районирования и разработку на его основе обоснований для размещения перспективных сортов и гибридов, а также проведение мелиоративных и агротехнических мероприятий, направленных на улучшение микроклиматических условий сельскохозяйственных угодий и на борьбу с неблагоприятными явлениями климата;
- оценку влияния на *урожайность* других факторов, связанных с климатом (условий уборки, распространения вредителей и болезней и т. п.) в целях преодоления их отрицательного влияния на продуктивность земледелия.

### **3.3. Климатические ресурсы как факторы экономического благосостояния**

Важным показателем роли климата как фактора природного благосостояния страны и ее населения является оценка *климатической эффективности* ее территории. Согласно французскому географу и философу XIX в. Э. Реклю, *эффективной территорией* (на которой возможна нормальная человеческая деятельность с достижением определенного уровня социального благосостояния) считается территория со средней суточной температурой выше  $-2^{\circ}\text{C}$  и с высотой не выше 2000 м над уровнем моря. Территория большинства западноевропейских стран стопроцентно эффективна, за исключением незначительной (горной) части Италии, Швейцарии (за счет Альпийской горной системы), Франции и Испании (за счет локальных вершин в Пиренеях).

*Эффективность территории* страны определяет уровень товарного оборота, т.е. удельного потребления ее жителя. Среди климатологов давно бытует тезис (в последнее время, развиваемым В.В.Клименко) «чем холоднее климат страны, тем выше уровень удельного потребления, обеспечивающий приемлемые условия существования»[9]. Приемлемые условия - это условия, обеспечивающих комфортность проживания, т.е. доступность необходимых продуктов для ежедневного питания и тепло в доме.

Климат, его продуктивность и комфортность являются «стартовой позицией благополучия» и во многом определяют потенциальные условия благосостояния и жизненный уровень населения. Таким образом, немаловажным фактором, объясняющим сегодняшний уровень жизни западноевропейцев является также феноменом чрезвычайно мягкого и в экономическом отношении весьма «выгодного» климата.

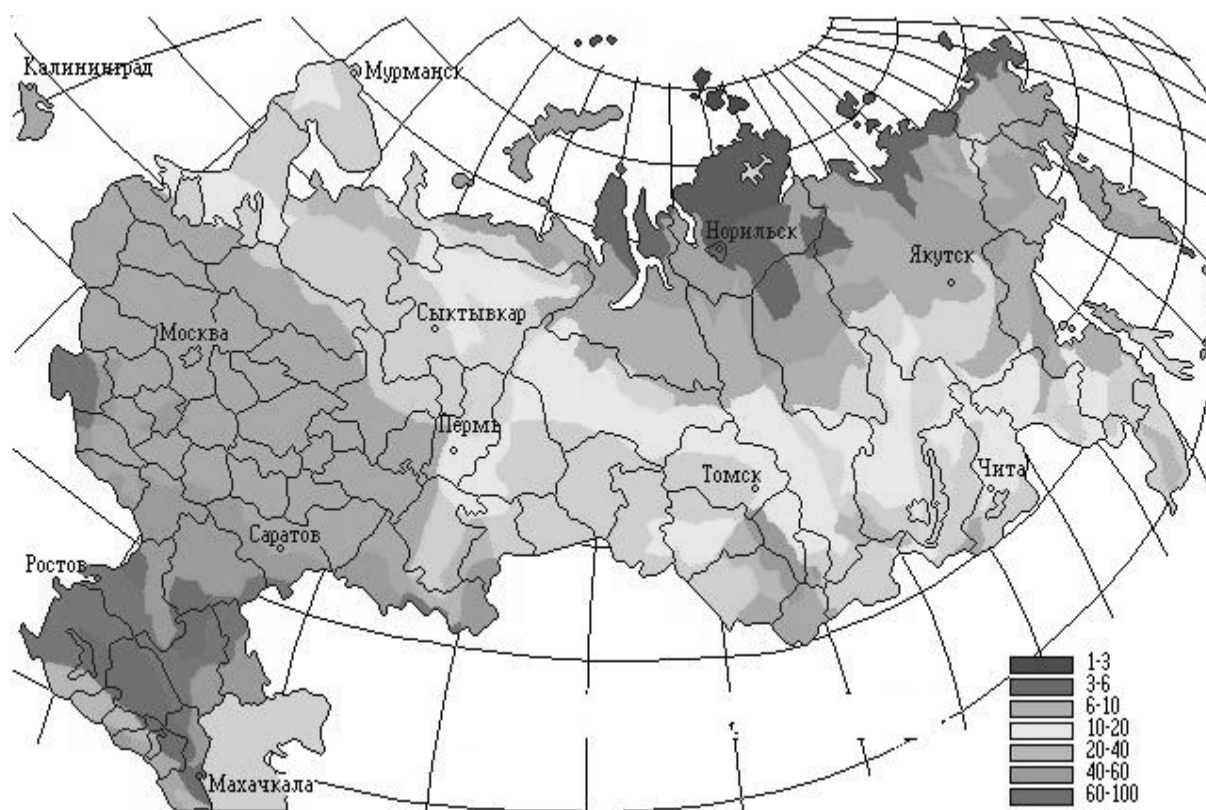
Действительно, линия нулевой изотермы в январе нигде в мире так близко не подходит к полярным широтам, как в Западной Европе. Обитатели этого региона как растения и животные, так и люди не подвержены ежегодному губительному, за пределами выживания

воздействию низких отрицательных температур, как это часто происходит на территориях восточнее нулевой изотермы.

Комфортность климата как природного источника благосостояния страны, резко меняется в странах Центральной и Восточной Европы, расположенных восточнее нулевой январской изотермы. Польша, Восточная Германия, Румыния, Болгария никогда не относились к странам с высоким жизненным уровнем населения. Это происходит и за счет более низких среднегодовых температур и сезонности климата (понижение процента «эффективности территории»), резко меняющей спектр выращивания плодово-овощных и зерновых культур, их товарную значимость и вклад в потребительскую корзину.

Климат России характеризуется самыми низкими температурами среди всех стран мира (среднегодовой температурой минус  $-15 - -20^{\circ}\text{C}$ ), вся ее территория лежит в зоне морозных зим. Лишь треть исходной площади России климатически эффективна. Список государств с наибольшей эффективностью территории (в млн. км<sup>3</sup>) возглавляет Бразилия (8,05), США - 7,89, Австралия - 7,68. *Эффективная площадь* России составляет лишь 70% *эффективной площади* США. Однако и эта эффективная территория (с  $1^{\circ}\text{C}$ , год  $> -2^{\circ}\text{C}$ , Н, н.у.м  $< 2000$  м) остается самой суровой среди стран мира (кроме резкоконтинентальной Монголии) [1, 10].

Суровость климата и сезонные колебания биоклиматического комфорта оцениваются по годовой амплитуде абсолютных экстремумов температур. Для прибрежных районов Западной Европы она не превышает  $30-40^{\circ}\text{C}$ , для долготного сектора Финляндия - Украина колеблется в пределах  $50-60^{\circ}\text{C}$ , на востоке ЕТР - в пределах  $60-70^{\circ}\text{C}$ , а на территории Восточной Сибири достигает  $80-90^{\circ}\text{C}$ . Здесь в районе Верхоянска находится один из полюсов континентальности ( $K=100\%$ ) и суровости климата заселенных районов Земли.



**Рис. 3.1. Индекс комфортности климатических условий (баллы)**

На рисунке 3.1 воспроизведен индекс комфортности климатических условий для жизни человека, соответствующий оптимальному сочетанию температурного баланса, длительности и ветренности зимы [11].

Внутрироссийские различия регионов по комфортности климата весьма существенны. Характерен резкий градиент комфортности климатических условий между Европейской частью России и Азиатской – даже в южной Сибири климат менее комфортный, нежели в большинстве регионов европейской России. А в северных округах и республиках (от Ямало-Ненецкого округа до Чукотки) климат наиболее суров.

Биоклиматологи, исходя из климатических условий и характера трудовой деятельности делят территорию России на ряд зон (рис. 3.2).



**Рис. 2 Биоклиматическое районирование России**

Максимум комфортности – зона климатического оптимума отмечается на юго-западе европейской части России: Приазовье и Причерноморье, Западный Кавказ. Краснодарский и Ставропольский края традиционно относят к курортным зонам. Здесь также наблюдается действие широкого спектра неблагоприятных физических и химических факторов природной среды, но эти действующие на организм человека раздражители не выходят за пределы нормальных, без резкого преобладания какого-либо одного из них, в дозах, обеспечивающих тренировку систем организма.

К умеренно благоприятным относят среднюю полосу европейской России и прилегающие черноземные земли, Восточный Кавказ. К относительно благоприятным относят северную часть Нечерноземья, подтаежные леса и лесостепи Приуралья и Зауралья. Для характеристики климатических районов Сибири и Дальнего Востока используется термин



неблагоприятная зона. В рамках этой зоны выделяют особо неблагоприятную, неблагоприятную и относительно неблагоприятную.

Важной чертой биоклиматических условий России является фактор сезонности климата в сочетании с длительным снежным покровом, резко меняющим условия хозяйственной деятельности и проживания населения и требует затрат энергии на отопление, на зимнее содержание и корма сельскохозяйственных животных, хранение собранного урожая. Высокие внутригодовые различия температур в сельскохозяйственном отношении сопутствуют формированию на территории России так называемой зоны рискованного земледелия, для которой характерна неустойчивость урожаев как плодовоовощных, так и зерновых культур.

С установлением постоянного (до 6-8 месяцев в году) снежного покрова территория России, образно говоря, превращается в огромный "морозильник" с рабочим режимом средних месячных температур в январе от  $-4$  —  $-6^{\circ}\text{C}$  в районе Ростова до  $-50$  —  $-60^{\circ}\text{C}$  в районе Верхоянска и Чукотки. Критерии условий выживания определяются по абсолютным минимумам температур, которые еще ниже средних. Поэтому, на фоне зимних условий Западной Европы, где кратковременные похолодания до  $-10$ - $(-15^{\circ}\text{C})$  (или просто выпадения обильного снега) становятся источником катастрофических социальных следствий, жители России постоянно живут в условиях природной катастрофы, ежегодно на протяжении 4—8 месяцев угрожающей их жизни [12].

Таким образом приемлемые условия существования в условиях России — это капитальное жилище с непрерывно-постоянным отоплением и дорогостоящая одежда на сезон отрицательных температур с устойчивым снежным покровом, достаточное калорийное питание за счет большего съедаемого объема или качества пищи, что требует вложения дополнительных капиталов. Так климат обозначает свою дополнительную цену, хотя и «не продается» на Мировом рынке.

Поэтому, уровень экономического развития регионов в определенной степени является функций климатических условий. В экономической климатологии индикатором территориальных особенностей экономико-климатических условий предлагают считать многомерную среднюю ( $\bar{P}$ ) из значений среднегодовой температуры ( $T^{\circ}C$ ), континентальности климата (К) и плодородия земли (П), взвешенных по интенсивности их влияния на вариацию урожайности зерновых культур [1]. Расчет индикатора территориальных особенностей экономико-климатических условий производится по следующей схеме. Для каждого экономического района (области) определяется  $P_{ij}$  (значение взвешенного показателя по каждому фактору: температуре, континентальности климата, *плодородия* почв):

$$P_{ij} = \frac{X_{ij}}{\bar{X}_i}, \quad X_i \text{ – факторный признак с порядковым номером } i; \quad j \text{ –}$$

порядковый номер экономического района (области);  $\bar{X}_i$  – среднее значение фактора с порядковым номером  $i$  по территории фонового макрорайона, в который входят исследуемые области. Из этой формулы следует, что для всего фонового макрорайона значение  $P=1$ .

Величина отклонения многомерной средней от единицы (значения для фонового макрорайона) означает меру отличия условий отдельного экономического района от средних условий. Если полученные значения больше 1 – условия более благоприятные, если меньше – менее благоприятные для сельского хозяйства, чем средние условия исследуемой совокупности экономических районов или областей.

Сопоставлением значений многомерной средней  $\bar{P}$  с показателями сельскохозяйственного производства (валовой продукцией на единицу площади сельхозугодий) можно выявить зависимость эффективности сельского хозяйства от индикатора природно-климатических условий, т.е. оценить агроклиматический потенциал региона.

Таким образом, климатический фактор заметно влияет на экономику административных районов и это необходимо учитывать при разработке и реализации стратегии национального развития.

### ***3.4. Роль современного климата в решении проблемы продовольственной безопасности России и влияние климатических изменений 21 века на климатический потенциал России.***

Одним из ведущих факторов, которые способны привести к увеличению производства продовольствия наряду с увеличением урожайности зерновых культур за счет повышения уровня агротехники и внесения минеральных удобрений считают оптимальное использование климатической информации. Это связано, с тем, что даже использование методов системного ведения хозяйства (включая биотехнологии и методы программированного получения урожая) не смогут избавить человека от влияния неблагоприятных погодных факторов и климата. Так, в годы с неблагоприятными метеорологическими условиями спады урожаев зерна могут достигать 10% и более от среднего мирового производства зерновых. Поэтому в повышении продуктивности в будущем большая роль принадлежит учету климатического фактора.

Значимость климатических факторов в продовольственном обеспечении населения определяет большой объем исследований, проводящихся в области прогнозирования влияния глобального потепления на агроклиматические ресурсы основных земледельческих регионов мира. Общие оценки свидетельствуют о том, что прогнозируемые изменения глобального климата «могут быть разрушительными: большие волны тепла и засух в полуаридных регионах, большие наводнения в умеренных и влажных областях». Особенно сильно эти негативные изменения проявятся в Африке. Но в северных районах (Скандинавия, Канада и Россия) потепление может привести к положительным изменениям. В любом случае адаптация сельского хозяйства к новым условиям приведет к заметным затратам [13]. Наряду с увеличением температуры ожидаются изменения увлажнения. В целом предполагается увеличение осадков

и увлажнения в регионах, «богатых водой» и в настоящее время и их уменьшение в семиаридных и аридных. Уменьшение влажности почв предполагаются на юго-западе Северной Америки, северо-востоке Китая, в Средиземноморье, Австралии и Африке. Величина уменьшения влажности будет наиболее заметна в сухой сезон, что приведет к увеличению площади пустынь за счет прилегающих территорий. В высоких и средних широтах влажность почвы будет уменьшаться летом, и возрастет зимой [14]. Предполагают, что в середине 21 века, когда население мира предположительно составит около 7,0—8,0 млрд. человек и земельные ресурсы для сельскохозяйственного использования будут исчерпаны, глобальное потепление может привести к разнонаправленным изменениям в условиях произрастания зерновых и производство зерна в большинстве регионов станет неустойчивым, а спад производства станет систематическим [15].

Потери в урожайности будут наблюдаться, прежде всего, в тех областях, где в настоящее время их производство находится на высоком уровне - на юге США и в Западной Австралии. В низких широтах обычные сегодня урожаи будут чувствительнее к увеличению повторяемости засухи на больших территориях, что может привести к резким скачкам продуктивности в отдельные годы [1]. В умеренных широтах существенно возрастет продолжительность теплого периода года. Это может привести к росту продуктивности при переходе сельского хозяйства на позднеспелые и, как правило, более урожайные сорта. Предполагается, что в некоторых частях мира климатические границы сельскохозяйственной зоны будут сдвигаться на 200-300 км при потеплении на один градус. Может произойти значительное смещение основных лесных зон, при этом смещение границ лесов на север в северном полушарии может составить несколько сотен километров. Зона тундры на севере Европы может вообще исчезнуть. Площадь полярных пустынь, тундры и бореальных лесов, как ожидается, сократятся приблизительно на 20% [10].

Но кроме увеличения среднегодовых и эффективных температур, глобальное потепление может существенно отразиться на характеристиках влажности. В северных среднеширотных регионах летние засухи могут сократить продуктивный потенциал на 10-30%, что повлечет за собой повышение средней цены мировой сельхозпродукции не менее чем на 10% [17]. Наоборот, ограниченное потепление в некоторых районах средних и высоких широт, где ожидается увеличение осадков, может повысить производительность земледелия, по крайней мере, на небольшой период.

Для России, большая часть которой расположена в умеренном поясе влияние глобальных изменений климата оцениваются в целом положительно. Ансамблевые расчеты климата 21 века по глобальным объединенным моделям общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО), разработанным в ведущих мировых центрах исследования климата, показывают, что на фоне общего потепления наибольшее повышение температуры получается зимой в Сибири и на северо-востоке европейской части России. Рост осадков ожидается преимущественно в холодное время года. К началу весны, в зависимости от региона, может происходить как накопление массы снега, либо его резкое сокращение за счет раннего таяния и увеличения доли жидких осадков. Площадь зоны вечной мерзлоты уменьшится к 2030 году на 10-18%, к 2050 году – на 15-30%, к 2080 году – на 20-35%, глубина протаивания на южной границе мерзлоты увеличится на 0,6 м к середине 21 века и на 1 м к его концу. Это приведет к уменьшению несущей способности вечной мерзлоты, и будет представлять серьезную угрозу для строений, нефтепроводов и транспортных сооружений [18, 19]. Вместе с тем подчеркивается, что остается пока неясным как изменения климата повлияют на положение земельно-ресурсных границ и изменят характеристики природно-ресурсного потенциала и продуктивности земель России. Рассмотрение сценариев на 2020 и 2050 годы (IPCC, 2001) [15] и данных о пространственном распределении земельных ресурсов России показало разнообразную картину возможных изменений. Внутри большинства

природных зон выделяются территории как с потеплением, так и с похолоданием климата, пространственно связанные с областями увеличения или уменьшения осадков. В этой ситуации простого сдвига границ природных зон на север, как предполагалось ранее, не произойдет. Будут отмечаться мозаичные изменения внутри зон, вызывающие разнокачественные процессы перестройки круговорота элементов питания, которые инициируют сложную динамику роста и изменений продуктивности наземных экосистем. Увеличение тепло- и влагообеспеченности в земледелии в целом улучшит потенциал продуктивности земель России, но его поддержание потребует увеличения доз минеральных удобрений, что может привести к усилениям процессов загрязнения окружающей среды [19].

Анализ возможностей экстремальных климатических явлений, возможных при глобальном потеплении, показывает, что южные, наиболее продуктивные районы России будут ощущать более частые недороды (потенциальный урожай, составляющий менее 50% среднего). Их количество может возрасти вдвое к 2020 году и втрое к 2070 году. Это означает, что существует большой риск недородов в течение одного года в более чем одном регионе, производящем продукты питания. Воздействие этих недородов будет наиболее чувствительно на большей части Сибири и Дальнего Востока, которые зависят от импорта продуктов питания. [20].

Изменения климата будут влиять не только на экосистемы, но и на технические системы: ТЭК, строительство и транспорт, коммунальное хозяйство. Уже произошедшие за последнее тридцатилетие изменения привели повсеместно к изменению климатических ресурсов. Они возросли для ТЭК (на 2-4% сократилась продолжительность отопительного периода, к концу 21 века предполагаемое сокращение 8-10%), строительства зданий и сооружений (на 2-5% сократилась потребность в теплозащите зданий, концу 21 – на 10—15%; на 5% уменьшились ветровые нагрузки на сооружения), гидроэнергетики (на 2% возросло обеспечение запасами воды гидростанций на крупных реках, к концу 21 века – от 10-15% в Западной Сибири и Дальнем

Востоке до 20-30% в ЕТР). К концу века вырастет биоклиматический потенциал для сельского хозяйства: на 30% на юге страны и до 70% на северо-востоке ЕТР, от 20% на Дальнем Востоке и до 50% в Западной Сибири [21]. Уменьшатся климатические ресурсы для ветроэнергетики и вырастут затраты на сухопутный транспорт за счет снегоуборки и водоборьбы.

По расчетам М.И. Будыко с соавторами [9] при реализации наиболее обоснованных сценариев изменения климата (потепление на  $1-3^{\circ}$  при удвоении  $\text{CO}_2$ ;) климат России станет не только более теплым, но и более сухим и площадь степной и лесостепной зоны подверженная засухе, возрастет в 1,8 раза, подойдя к южным границам Московской, Владимирской и Нижегородской областей. Особенно далеко к северу продвинутся степи в Сибири. Нынешние сухие степи Поволжья и Северного Кавказа сменятся настоящей пустыней. Северная граница среднегодовой изотермы  $-2^{\circ}\text{C}$  сместится к северу и северо-востоку на 1000-1200 км. В результате «эффективная площадь» России (со среднегодовой температурой выше  $-2^{\circ}\text{C}$ ) удвоится и превысит 11 млн.  $\text{km}^2$ . Таким образом, по «эффективности» территория нашей страны возрастет в два раза и к середине XXI в. Россия по этому природному критерию окажется на первом месте в мире. При этом площадь земледельческой зоны возрастет в 1,5 раза.

Оценка *биоклиматического индекса теплосодержания*  $J$ , рассчитанного для условий удвоения содержания  $\text{CO}_2$  по модель Лаборатории Геофизической гидродинамики (GFDL, Принстонский университет) для территории России [10] показала очень существенное ослабление климатического дискомфорта на территории России (рис.3.8.). Максимальные сдвиги границ ожидаются на территории Западной Сибири, в Красноярском крае и на Дальнем Востоке. Особенно они характерны для границ абсолютно дискомфортных и экстремально дискомфортных условий климата.

**Биоклиматический индекс теплосодержания**  $J$  - суммарное количество тепла единицы воздуха в МДж/кг, обусловленного внутренней энергией воздуха и содержанием в нем водяного пара:

$$J=0,24t + 0,622(e/(1006,6 - e))*(595 + 0,46T),$$

где  $t$  – температура воздуха, °С;  $e$  – парциальное давление водяного пара, гПа;  $T$  - абсолютная температура воздуха, К°. В зимнее время территории со значением индекса <247 идентифицируются как абсолютно дискомфортные. Территории со значениями индекса от 247 до 255 и от 255 до 259 МДж/кг считаются экстремально дискомфортными и дискомфортными.

Таблица 3.8

**Сдвиги южных границ (в км) с различными условиями дискомфорта климата на территории России при потеплении климата в результате удвоения CO<sub>2</sub> по сравнению с периодом 1931-1960 гг. [10].**

Градации дискомфорта климата	Долготы, в.д.						
	60 <sup>0</sup>	80 <sup>0</sup>	100 <sup>0</sup>	120 <sup>0</sup>	140 <sup>0</sup>	160 <sup>0</sup>	180 <sup>0</sup>
Абсолютно дискомфортные	***	***	-1100*	-800	-250	-200	***
Экстремально дискомфортные	***	-1250	-350	***	-130	-200	-450
Дискомфортные	***	***	***	***	-240	-170	-220

\* означает сдвиг границы на север, \*\*\* - южная граница проходит за пределами рассматриваемой территории

Потепление климата приведет к существенным изменениям площадей территорий с различным уровнем дискомфорта: площади относительно дискомфортных и комфортных территорий увеличатся соответственно на 3% и 22% (табл. 3.9).



**Площади (%) территорий с различными условиями дискомфорта климата при потеплении на территории России в результате удвоения CO<sub>2</sub> по сравнению с 1931-1960 гг и 1981-1990 гг. [10].**

Градации дискомфорта климата	Площади (в % от территории России)		
	1931-1960	1981-1990	2xCO <sub>2</sub>
Абсолютно дискомфортный	39	33	19
Экстремально дискомфортный	22	21	23
дискомфортный	17	14	10
Относительно дискомфортный	6	8	9
Комфортный	16	25	38

Основным районом ослабления климатического дискомфорта будет Европейская территория России. Наименьшее ослабление климатического дискомфорта ожидается в Магаданской области, на востоке Якутии, Арктическом побережье Восточной Сибири.

Таким образом, к концу 21 века общие *климатические ресурсы* России увеличатся. Это произойдет главным образом за счет более благоприятных условий для развития сельского хозяйства, строительства и здравоохранения. Наиболее перспективным источником энергии с точки зрения климата будет гидроэнергетика. Эксплуатация транспортных систем, особенно в районах Сибири может встретить ряд трудностей и вызвать дополнительные расходы. Значительно сократится площадь территории Крайнего Севера с экстремальными климатическими условиями.

### **3.5. Климат как рекреационный ресурс**

Среди фундаментальных экологических факторов фактора климата Э. Геккель выделил как приоритетный. С момента своего возникновения до настоящего времени человек в той или иной мере зависит от климата и погоды. Погодно-климатические условия являются фактором окружающей среды, определяющим условия проживания, образ жизни и занятий, а

также комфортность существования человека на протяжении всей его жизни. Особенно велико значение климата и погоды для здоровья: по существующим оценкам вклад погодно–климатических условий в состояние здоровья человека составляет 20% (образ жизни – 50%, генетика – 20%, уровень здравоохранения – 10%).

*Погодно-климатические факторы, способствующие сохранению здоровья, психического и физиологического комфорта человека, рассматриваются как **рекреационные ресурсы**.*

Оценка погодно-климатических факторов как рекреационных ресурсов базируется на разработках в области экологии человека, определяющих возможности и длительность пребывания человека на открытом воздухе. Пригодность территории к рекреационному использованию определяют на основе повторяемости *комфортных погод* и погод с такими ограничивающими условиями как:

- очень сухая и жаркая погода со средней суточной температурой воздуха более  $27,5^{\circ}\text{C}$ :
- теплая и влажная погода со средней суточной температурой воздуха  $23,0^{\circ}\text{C}$  и относительной влажностью 90%;
- морозная погода со средней суточной температурой ниже  $-22,5^{\circ}\text{C}$  при скорости ветра более 4 м/с, морозная погода со средней суточной температурой воздуха ниже  $-32,5^{\circ}\text{C}$  независимо от скорости ветра.

К метеорологическим величинам и явлениям, ограничивающим рекреационное использование и рекреационные мероприятия на открытом воздухе в условиях умеренного климата относят следующие показатели: скорость ветра по флюгеру днем 9м/с и более, туман днем, продолжающийся более 3 часов, интенсивная грозовая деятельность, пыльная буря, снег с дождем более 1мм, гололед, осадки равные и более 10мм за текущий день, более 10 мм за предшествующую ночь, явления духоты [1, 12].

Рекреационные мероприятия рекомендуется проводить только в условиях комфортных и благоприятных погод. **Комфортными погодками** понимают такое сочетание метеорологических величин, в которых здоровый человек не испытывает ни жары, ни холода, ни духоты, т.е. чувствует себя наилучшим образом. Зона комфорта по метеорологическим условиям не является стандартной для всех людей и зависит от климатического пояса, времени года, веса, размера тела, состояния движения или покоя, одежды, специфики деятельности человека и других факторов. Реакция на погодно-климатические условия зависит от возраста, от пола, от места постоянного жительства: у пожилых людей она проявляется более отчетливо, женщины в условиях низких температур чувствуют себя более комфортно, чем мужчины. У приезжих отдыхающих требования к **комфортным погодкам** определяются степенью отличия условия климата места отдыха от места постоянного проживания. Например, наблюдения над отдыхающими на Черноморском побережье Болгарии россиянами показали, что состояние комфорта у жителей северных районов РФ верхняя зона комфорта смещена в сторону более низких температур и возникает при эквивалентно-эффективных температура (ЭЭТ) 12,5-18,5<sup>0</sup>, а у жителей южных районов РФ – при 16,6-24.5<sup>0</sup>[30].

В оценку климатических условий для рекреации включают также условия купального сезона - повторяемость благоприятных для купания дней, в основу расчета которых положены осредненные данные о повторяемости температур водоемов. Благоприятной считается температура водоема не ниже 17<sup>0</sup>С, при этом температуры 17-19<sup>0</sup>С рассматриваются как тонизирующие, закаливающие, приемлемые для здорового взрослого населения, 20-24<sup>0</sup>С – нейтральные, 25<sup>0</sup>С и выше – теплые, подходящие для всех типов населения.

Наиболее объективным показателем комфортности теплоощущения является средневзвешенная температура поверхности кожи, при этом оптимум комфортности находится в пределах 31-33<sup>0</sup>С (табл. 3.11).

Таблица 3.11

**Физиологические типы погоды и типы погоды для летнего отдыха, лечения и туризма [29]**

Физиологические типы погод			Типы погоды для летнего отдыха и туризма	
Средневзвешенная температура кожи, <sup>0</sup> С	Теплоощущение	Терморегуляторная нагрузка	Характеристика комфортности	Период
>34	Очень жарко	Чрезмерная	Жаркий дискомфорт	Неблагоприятный
>34	Жарко	Большая		
>34	Очень тепло	Умеренная		
34-33	Тепло	Слабая	Жаркий дискомфорт	Благоприятный
32-31	Комфортно	Минимальная	Комфорт	
31-29	Прохладно	Умеренно-холодная	Холодный дискомфорт	
29-26	Холодно	Холодная	Холодный дискомфорт	Неблагоприятный
26-23	Очень холодно	Большая		
<23	Крайне холодно	Чрезмерная		

Оценка степени **комфортности погоды** базируется на ряде показателей (табл. 3.12).

Значения индекса комфортности, рассчитанного по оптимальному сочетанию температурного баланса, длительности и ветрености зимы позволяют районировать территорию России по степени комфортности климатических условий для рекреационной деятельности. Комфортные погоды не вносят никаких ограничений для организации отдыха, туризма и спорта, ограничения при субкомфортные погоды зависят от типа погоды (субкомфортно холодная или субкомфортно жаркая). Так в случае

субкомфортно-жарких погод благоприятны только такие виды отдыха, которые способствуют уходу из организма избыточного тепла.

Таблица 3.12.

Критерии для расчета индекса комфортности климатических условий.

<b>Факторы/условия</b>	<b>Экстремальные</b>	<b>Дискомфортные</b>	<b>Гипокомфортные</b>	<b>Прекомфортные</b>	<b>Комфортные</b>
Повторяемость благоприятных погод, %	менее 10	10-20	20-35	35-40	более 40
Продолжительность безморозного периода за год, дни	менее 70	70-90	90-105	105-110	более 110
Ультрафиолетовая недостаточность, дни	более 150	90-150	60-90	30-60	Отсутствует
Продолжительность полярного дня и полярной ночи, сутки	37-74	менее 37	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
Отопительный период, дни	более 300	275-300	250-275	225-250	менее 225
Средняя температура отопительного периода, градусо-дни	от -24,2 до -12,7	от -24,2 до -12,7	от -13,0 до -3,0	от -7,0 до -2,0	от -3,7 до +6,0
Сумма активных температур за период со среднесуточной +10°C, градусо-дни	менее 800	800-1400	1200-1600	1500-2000	2000-3500

### **Литература к разделу 3. Климатические ресурсы**

1. Исаев А.А. Прикладная климатология. М.: МГУ, 1989. 88 с.
2. Борзенкова И.И., Будыко М.И., Бютнер Э.К. и др. Антропогенные изменения климата. – Л.: Гидрометеоиздат, 1987. -406с., Гидрометеорология и народное хозяйство. – М.: Гидрометеиздат, 1978. -351 с.
3. Климат и экономика. ([www.meteo.ru](http://www.meteo.ru) )
4. Саушкин Ю.Г., Экономическая климатология, Вестн.МГУ, 1962, №6, С.17-23, с.19.
5. Чирков Ю.И. Агрометеорология. Л., Гидрометиздат, 1979. 320 с.
6. Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Российской Федерации». Сайт Государственного комитета Российской Федерации по охране окружающей среды. [www.econom.ru](http://www.econom.ru) .
7. Шилов И.А. Экология// учебник для биол. и мед спец. ВУЗов. М.: высшая школа, 1997. 247 с.
8. Шашко Д.И. Агроклиматическое районирование СССР, М., Колос, 1967, 334с.
9. Будыко И.В., Израэль Ю.А., Яншин А.Л. Глобальное потепление и его последствия. //Метеорология и гидрология. 1992. №5. С.1-13.
10. В.В.Виноградова Изменения индексов климатической дискомфортности севера и востока России в XX веке. Автореф. дисс. канд.геогр. наук, М., 1998. 25 с.
11. Данилова Н.А. Природа и наше здоровье. М., Мысль, 1977, 236с.
12. Воронин Н.М. Основы медицинской и биологической климатологии. М.: Медицина, 1981. 342 с.
13. Берт Болин. Климат и наука, знание и понимание, необходимые для действия в условиях неопределенности. Всемирная конференция по изменению климата. Тез. докл. М., 29.09-3.10.2003. С.9-13

14. С.Манабе, Р. Везеролд. Изменение водных запасов в масштабах столетия вследствие глобального потепления. Всемирная конференция по изменению климата. Тез. докл. М., 29.09-3.10.2003. С.14-15.

15. IPCC 2001. Climate Change 2001: The Scientific Basis/ Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, 881 pp.

16. Киселев А.В. Климат в прошлом, настоящем и будущем. М.: МАИК «Наука», 2001. 351 с.

17. Исаев А.С., Столбовой С., Котляков В.М., Нильсон С. Маккалум И. Климатические изменения и земельные ресурсы России. Всемирная конференция по изменению климата. Тез. докл. М., 29.09-3.10.2003. 35-36.

18. Мелешко В.П., Голицын Г.С., Говоркова В.А. и др. Возможные антропогенные изменения климата России в 21 веке: оценки по ансамблю климатических моделей. Всемирная конференция по изменению климата. Тез. докл. М., 29.09-3.10.2003. С.51-55.

19. Кобышева Н.В., Акентьева Е.М., Ключева М.В., Пигольцина Г.Б. Климатические ресурсы развития экономики России и возможные изменения в XXI веке. Всемирная конференция по изменению климата. Тез. докл. М., 29.09-3.10.2003. С.292

20. Анисимов О.А. Изменения климата и вечная мерзлота: влияние на инфраструктуру севера. Всемирная конференция по изменению климата. Тез. докл. М., 29.09-3.10.2003. С. 269.

21. Кочев М.А. «Экологический кризис, структура и причины». (<http://aeli.altai.ru>)

## Раздел 4. ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ

### 4.1. Водные ресурсы – один из важнейших ресурсов геосферы

#### 4.1.1. Общая характеристика водных ресурсов.

Развитие человечества, социальное и экономическое развитие многих стран и народов тесно связано с использованием воды. Водные ресурсы – все воды гидросферы, пригодные для использования: воды рек, озёр, каналов, водохранилищ, морей и океанов, подземные воды, почвенная влага, льды горных и полярных ледников, водяные пары атмосферы. В понятие водных ресурсов входят также водные объекты: реки, озёра, моря, - поскольку для некоторых целей (судоходство, гидроэнергетика, рыбное хозяйство, отдых и туризм) они используются без изъятия из них воды. В более широком понимании водные ресурсы – это все природные воды Земли, составляющие её гидросферу.

Вода гидросферы является одним из самых подвижных компонентов круговорота.

Гидросфера представлена океаническими, континентальными и подземными водами. Мировой океан разделен континентами на три сегмента. Однако в прошлом Океаническая часть гидросферы не раз оказывалась то объединенной, то разделенной на части. В свою очередь континентальные воды представлены речными и озерными системами [1].

Процесс круговорота связывает воду океанов, морей, рек, озер и других водоемов в единое целое — гидросферу. Цикл испарение => конденсация => (кристаллизация => плавление) => испарение соединяет различные состояния воды гидросферы. Энергия воздушных и водных течений способствует вовлечению вод всей гидросферы в круговорот, хотя и с различными скоростями. Вода попадает в атмосферу, главным образом испаряясь с поверхности океана, занимающего около 70% поверхности Земли, испарение происходит с поверхности озер, рек, почвы и других влажных поверхностей. Значительное количество воды поступает в атмосферу при *транспирации*



растениями. Сочетание испарения и транспирации называют *эвапотранспирацией*. Из всех выпадающих осадков 80% попадает непосредственно в океан и 20% выпадают на сушу. Последние либо аккумулируются в поверхностных водотоках и водоемах, либо инфильтруются в грунтовые и подземные водоносные горизонты, пополняя их запасы. Поверхностные и грунтовые воды и составляют два основных источника водоснабжения.

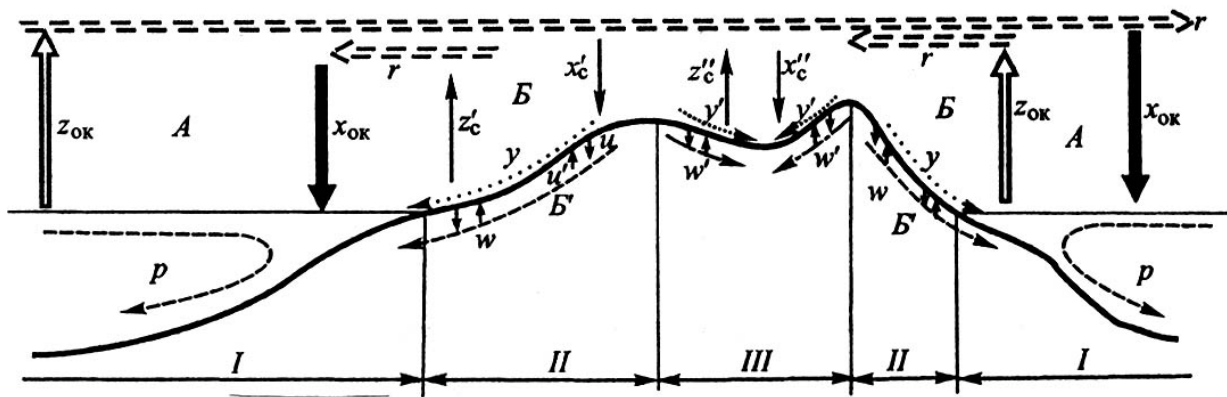


Схема глобального круговорота воды:

*A* — океаническое звено, *B, B'* — материковое звено с поверхностной *B* и подземной *B'* частями: *I* — океан ( $z_{ок}$  — испарение,  $x_{ок}$  — осадки), *II* — области внешнего стока суши ( $z'_с$  — испарение,  $x'_с$  — осадки,  $y$  — поверхностный сток,  $w$  — подземный сток), *III* — области внутреннего стока суши ( $z''_с$  — испарение,  $x''_с$  — осадки,  $y'$  — поверхностный сток,  $w'$  — подземный сток),  $r$  — перенос влаги в атмосфере,  $p$  — океанические течения,  $u$  и  $u'$  — инфильтрация, подъем и испарение вод в грунтах

Рис. 4.1. Схема глобального круговорот воды (Михайлов В.Н. и др. 2005).

Необходимо отметить то, что с биосферной точки зрения вода является универсальным ресурсом для всех биологических объектов не только как питьевой ресурс, но и как ресурс жизненного пространства для огромного числа видов (гидробионтов). Т.е. водные ресурсы являются важнейшим жизнеобеспечивающим ресурсом не только для человеческого общества, но и для всей биосферы.

Основные запасы воды сосредоточены в Мировом океане, площадь которого составляет 361 млн км<sup>2</sup> (71% от всей площади Земли). Суммарная

площадь водоемов и водотоков на поверхности континентов составляет 21,5 млн. км<sup>2</sup> (3,5% площади суши).

Общий объём воды на планете около 1390 млн. км<sup>3</sup>, на долю Мирового океана приходится 96,4% (табл. 4.1).

Таблица 4.1

Запасы водных ресурсов на Земле [2].

Виды природных вод	Площадь		Объем, тыс. км <sup>3</sup>	Доля в мировых запасах, %		Средний период условного возобновле- ния запасов воды
	млн км <sup>2</sup>	% пло- щади суши		от общих запасов воды	от запасов пресных вод	
<i>Вода на поверхности литосферы</i>						
Мировой океан	361	—	1 338 000	96,4	—	2650 лет
Ледники и постоян- ный снежный покров	16,25	10,9	25 780	1,86	70,2	9700 лет
Озера	2,1	1,4	176	0,013	—	17 лет
в том числе пресные	1,2	0,8	91	0,007	0,25	—
Водоохранилища	0,4	0,3	6	0,0004	0,016	52 дня
Вода в реках	—	—	2	0,0002	0,005	19 дней
Вода в болотах	2,7	1,8	11	0,0008	0,03	5 лет
<i>Вода в верхней части литосферы</i>						
Подземные воды	—	—	23 400	1,68	—	1400 лет
в том числе пресные	—	—	10 530	0,76	28,7	—
Подземные льды зо- ны многолетнемерз- лых пород	2,1	14	300	0,022	0,82	10 000 лет
<i>Вода в атмосфере и в организмах</i>						
Вода в атмосфере	—	—	13	0,001	0,04	8 дней
Вода в организмах	—	—	1	0,0001	0,003	Несколько часов
<i>Общие запасы воды</i>						
Общие запасы воды	—	—	1 388 000	100	—	—
в том числе пресной	—	—	36 730	2,65	100	—

Примечание. По данным монографии «Мировой водный баланс и водные ресурсы Земли» (1974) с некоторыми округлениями и уточнениями, в частности, по Атласу снежно-ледовых ресурсов мира (1997). О периоде условного возобновления запасов воды см. разд. 3.4.

Наиболее ценными водными ресурсами являются пресные воды. Ресурсы пресных вод складывается из статичных (вековых) запасов различных частей гидросферы (табл. 4.2) и из запасов, непрерывно возобновляемых в процессе круговорота воды, т.е. стока рек.

Таблица 4.2.

**Стационарные водные ресурсы Земли (по М. И. Львовичу)**

Элементы гидросферы	Объём воды (тыс. км <sup>3</sup> )	Активность водообмена (год)
Мировой океан	1 370 000	3000
Подземные воды	(60 000)*	(5000)*
в т. ч. зоны активного обмена	(4000)*	(330)*
Ледники	24000	8600
Озёра	230	10
Почвенная влага	82	1
Речные (русловые) воды	1,2	0,032
Пары атмосферы	14	0,027
Вся гидросфера	1 454 327,2	2800

\*В скобках — приближённые данные.

**Статичные (вековые) запасы** пресных вод составляют части водных объёмов озёр, ледников, подземных вод, не подверженных заметным ежегодным изменениям. Измеряются в м<sup>3</sup> или км<sup>3</sup>. Возобновляемые запасы — это такие, которые восстанавливаются в процессе постоянного круговорота воды на Земле. Измеряются в единицах стока (м/с, м/год, км/год) (табл. 4.3) [2].

Таблица. 4.3.

**Речной сток по частям света.**

Части света	Объём го-дового стока, км <sup>3</sup>	Слой стока, мм
Европа	2950	300
Азия	12860	286
Африка	4220	139
Северная Америка (с Центральной Америкой)	5400	265
Южная Америка	8000	445
Австралия, включая Тасманию, Н. Гвинею и Н. Зеландию	1920	218
Антрактида (и Гренландия)	2800	164
Вся суша	38 150	252
В том числе:		
внутренние (бессточные) области	750	24
перифирийная часть суши	37400	320

Для комплексной, балансовой оценки водных ресурсов используют систему уравнений водного баланса суши:  $x+y_1+w_1+z_1 = y_2+w_2+z_2\pm\Delta u$ , где:  $x$  - атмосферные осадки на поверхность,  $y_1$  - поверхностный приток извне,  $w_1$  - подземный приток воды извне,  $z_1$  - конденсация водяного пара,  $y_2$  - поверхностный отток воды,  $w_2$  - подземный отток воды,  $z_2$  - испарение,  $\Delta u$  - изменение объёма воды в пределах контура [9]. Члены уравнения выражаются в величине слоя (мм, см, м). Если они выражаются в объёмных единицах, то используют прописные буквы. На рис. №2 приведена схема водного баланса контура.

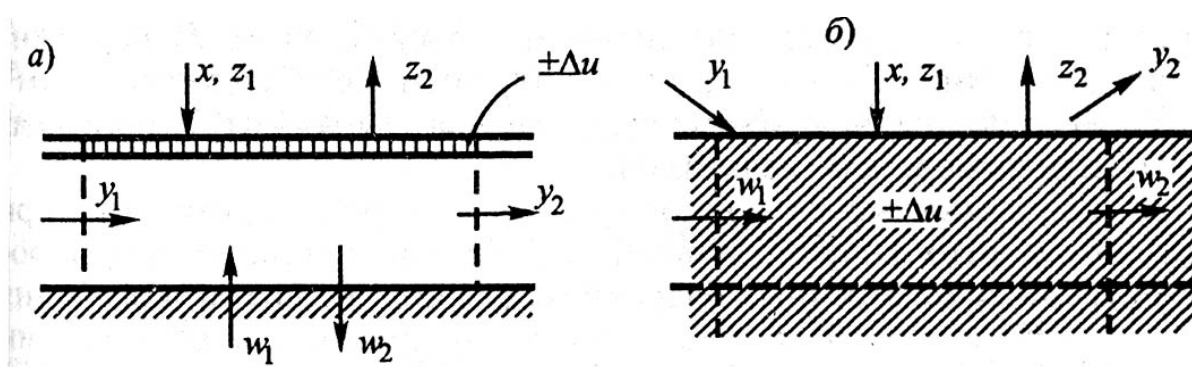


Рис. 4. 2. Схема водного баланса (по Михайлову В.Н. и др., 2005).

С помощью этих уравнений возможно взаимосвязано оценить различные источники водных ресурсов, в соответствии с существующим в природе единством вод, обусловленном круговоротом воды (табл. №3).

Речные водные ресурсы состоят из двух неравноценных, различимых по происхождению частей: подземной и поверхностной. Первая устойчива, поэтому, как правило, не требует регулирования. Она в общем виде характеризует возобновимые запасы подземных вод зоны активного водообмена. Кроме того, текущим водам свойственна способность к «самоочищению». Глубинные подземные воды (ниже уровня дренирования реками) слабо участвуют в современном круговороте воды, носят застойный характер и поэтому чаще всего сильно минерализованы. Поверхностный (паводковый) сток весьма изменчив, и для его использования, как правило, требует регулирования.

Таблица 4.4

. Средний годовой водный баланс Земли Балансовая оценка водных ресурсов [2].

Часть Земли	Площадь, млн км <sup>2</sup>	Осадки $x$		Испарение $z$		Сток										Уравнение водного баланса
						речной $y_p$		леднико- вый $y_n$		весь поверх- ностный $y = y_p + y_n$		подземный $w$		суммарный ( $y + w$ )		
		тыс. км <sup>3</sup>	мм	тыс. км <sup>3</sup>	мм	тыс. км <sup>3</sup>	мм	тыс. км <sup>3</sup>	мм	тыс. км <sup>3</sup>	мм	тыс. км <sup>3</sup>	мм	тыс. км <sup>3</sup>	мм	
Весь земной шар	510	577	1130	577	1130	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	$x = z$
Мировой океан	361	458	1270	505	1400	41,7	116	3,0	8	44,7	124	2,2	6	47,0	130	$x_{ок} + y + w = z_{ок}$
Суша	149	119	800	72	485	41,7	280	3,0	20	44,7	300	2,2	15	47,0	315	$x_c = y + z_c + w$
в том числе:																
области внеш- него стока	119	110	924	63	529	41,7	350	3,0	25	44,7	376	2,2	19	47,0	395	$x'_c = y + z'_c + w$
области внут- реннего стока	30	9	300	9	300	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	$x''_c = z''_c$

Запасы пресных вод всех континентов исключая Антарктиду составляют 15 млн. км<sup>3</sup>, но распределение их весьма неравномерно. Наименьшими статическими ресурсами обладают Европа и Австралия с Океанией, а наибольшими – Северная Америка и Азия, в меньшей мере Африка и Южная Америка (табл. 4.5).

Таблица 4.5

Водные ресурсы частей света [2].

Часть света	Вековые запасы Пресной воды Тыс. км <sup>3</sup>	Возобновляемые водные Ресурсы (речной сток)		Водообеспеченность Территории Тыс. км <sup>3</sup> /год на 1 км
		Км <sup>3</sup> /год	%	
Европа	1400	3210	7,2	306
Азия	3455	14400	32,3	332
Африка	2390	4600	10,3	153
Сев. Америка	4357	8200	18,4	239
Ю. Америка	3000	11800	26,4	654
Австралия и Океания	-	2400	5,4	267

**Водопользование.** Пресная вода составляет около 3% мировых запасов. Учитывая, что 75% пресной воды "заморожено" в горных ледниках и полярных шапках, 24% находится под землей в виде грунтовых вод, а еще 0.5% "распределено" в почве в виде влаги, то на наиболее доступный и дешевый источник воды — поверхностные водотоки и водоёмы приходится чуть больше 0.01% мировых запасов пресной воды. Пресными являются воды рек, проточных озёра и большая часть подземных вод зоны активного водообмена.

В настоящее время человечество ежегодно использует 3,8 тыс. куб. км воды. Каждый житель Земли в среднем потребляет 650 куб. м воды в год (1780л в сутки). Однако для удовлетворения физиологических потребностей достаточно 2,5л в день, т.е. около 1 куб.м в год. Большое количество воды требуется сельскому хозяйству (69%) главным образом для орошения; 23% воды потребляет промышленность; 6% расходуется в быту.

С учетом потребностей воды для промышленности и сельского хозяйства расход воды в РФ составляет от 125 до 350л в сутки на человека (в Санкт-Петербурге - 450л, в Москве – 400л).

В развитых странах на каждого жителя приходится 200 - 300л воды в сутки, в городах 400-500л, в Нью-Йорке – более 1000л, в Париже – 500л, в Лондоне – 300л. В то же время 60% территории суши не обеспечено пресной водой в достаточном количестве. Четверть населения Земли (около 1,5 млн. человек) ощущает ее недостаток, а еще 500 млн. страдают от плохого качества питьевой воды, что приводит к кишечным заболеваниям [3].

Теоретически водные ресурсы неисчерпаемы, так как при рациональном использовании они непрерывно возобновляются в процессе круговорота. Речные воды в результате высокой подвижности в среднем сменяются каждые 11-14 суток. Однако потребление воды растет такими темпами, что человечество всё чаще сталкивается с проблемой, как обеспечить будущие потребности в ней. Большую опасность истощения водных ресурсов вызывает быстро возрастающее загрязнение речных,

озёрных и в значительной мере морских вод, вызванное сбросом в них сточных вод. Дефицит пресной воды уже сейчас становится мировой проблемой.

Использование человечеством водных ресурсов осуществляется по двум направлениям: водопотребление и водопользование.

**Водопотреблением** называют использование вещества гидросферы из естественных или искусственных емкостей для нужд населения и общественного хозяйства. К искусственным емкостям относятся системы водоснабжения, искусственные пруды, искусственные каналы и т. п. Для потребления применяется, главным образом, пресная вода, и реже – морская. Примером может служить использование морской воды для технических целей на морских буровых станциях, морских судах и других технических объектах. Для питьевых и сельскохозяйственных потребностей она используется после опреснения, например, на ледоколах и судах дальнего плавания, для обеспечения населения городов, имеющих дефицит пресной воды.

**Водопользованием** принято считать всякое использование объектов гидросферы для удовлетворения нужд населения и общественного хозяйства. Для водопользования не обязательна пресная вода, так как “главным действующим лицом” здесь выступает не вещество – вода, а водная среда. Например, использование рек как транспортных “магистралей” для движения судов, морей и океанов для связи со странами, расположенными на другом континенте, для удовлетворения спортивно-туристических потребностей и т. п.

Водопотребление является главной причиной возникновения и усугубления экологических проблем, связанных с гидросферой. С увеличением потребления пресной воды в сельском хозяйстве, промышленности, энергетике и коммунальном хозяйстве возрастает ее дефицит и обостряется проблема нарушения баланса между потреблением чистой и возвращением в биосферу очищенной от загрязнений воды. Это

приводит к истощению водных ресурсов и возникновению угрозы дефицита пресной воды. Это происходит потому, что вследствие различных видов потребления водных ресурсов вода загрязняется. Сточные воды, образующиеся по окончании технологических процессов различной специфики, в которых участвовала вода, не очищаются эффективно, а зачастую не очищаются совсем, и поэтому расход воды в значительной степени — безвозвратный.

**Безвозвратным водопотреблением** называется потребление воды без возврата в водный объект. В целом по странам, входившим в состав СССР, возвратные воды составляли 40% водозабора, а безвозвратные — 60%.

Самым крупным безвозвратным водопотребителем является сельское хозяйство. Орошение и животноводство забирают большое количество воды для производства пищевых продуктов. Так для производства суточной нормы пищевых продуктов в расчете на одного человека требуется не менее  $6\text{ м}^3$  воды, часть которой расходуется безвозвратно, часть загрязняется химикатами, растворяя их, и возвращается в таком виде в биосферу.

Промышленность также вносит значительный вклад в безвозвратное водопотребление. В промышленном производстве вода используется как теплоноситель, поглотитель, растворитель, как средство транспортировки. На атомных и тепловых электростанциях, системах теплоснабжения населенных пунктов городского типа вода используется как теплоноситель. Она переносит тепловую энергию от места преобразования (электростанция, котельная, бойлерная и т. п.) к месту потребления.

Использование воды в качестве растворителя осуществляется, главным образом, на предприятиях нефтехимической и химической промышленности, а также в сельском хозяйстве (растворение химических соединений для питания растений и борьбы с вредителями и т. п.). В химической промышленности, строительной индустрии и других отраслях хозяйства вода используется для изготовления новых искусственных веществ и материалов. Она входит в состав продукции этих предприятий.



В ряде случаев вода потребляется в качестве среды-поглотителя (мойка, очистка сырья и продукции и т. п.). При этом она загрязняется механическими примесями и растворимыми химическими веществами.

Жилищно-коммунальное хозяйство городов обеспечивает удовлетворение потребностей жителей в воде для питьевых, пищевых, гигиенических нужд. Но кроме этого, само хозяйство имеет предприятия-потребители воды. Это – котельные, банно-прачечное хозяйство, строения водно-спортивного и оздоровительного характера, из которых вода поступает уже загрязненной поверхностно-активными веществами (синтетические моющие средства), а также органическими, бактериальными и биологическими примесями [2].

С 2007г. вступил в силу Водный кодекс РФ – Федеральный закон от 3 июня 2006г. №74-ФЗ [5].

Водным кодексом устанавливаются правовые основы использования и охраны водных объектов. Предусматривается сохранение в федеральной собственности всех естественных водных объектов (рек, озер и так далее), а также таких искусственных водных объектов, как водохранилища и каналы. Определяются полномочия Российской Федерации, субъектов Российской Федерации и муниципальных образований в области использования и охраны водных объектов. Регулируется вопрос о передаче осуществления части полномочий органам исполнительной власти субъектов Российской Федерации за счет субвенций из федерального бюджета.

Кроме того, устанавливается порядок предоставления водных объектов или их частей в пользование на основании договоров водопользования или решений о предоставлении водных объектов в пользование. По договорам водные объекты должны предоставляться в пользование за плату, а по решениям - бесплатно.

Значительная часть Водного кодекса посвящена вопросам управления в области использования и охраны водных объектов. Такое управление предписывается осуществлять на основе бассейнового принципа. С этой

целью выделяются 20 бассейновых округов, а также определяются речные бассейны, подбассейны и водохозяйственные участки. Особое внимание уделено планированию использования и охраны водных объектов, которое должно осуществляться в каждом бассейновом округе в соответствии со схемами комплексного использования и охраны водных объектов.

В Водном кодексе содержатся нормы, касающиеся рационального использования и охраны водных ресурсов, дна и берегов водных объектов. В частности, определяются размеры и правовой режим водоохраных зон.

Кроме того, Президентом подписан Федеральный закон от 3 июня 2006 г. N 73-ФЗ "О введении в действие Водного кодекса Российской Федерации" [6]. В соответствии с законом Водный кодекс вступает в силу с 1 января 2007г.

#### *4.1.2. Экологические проблемы гидросферы Земли.*

Антропогенное воздействие на гидросферу влияет на выполнение ею основных взаимосвязанных между собой функций: транспортной, средовой, средоизменяющей, факторальной и компонентной. Гидросфера входит в круг хозяйственных, военных, научных и бытовых интересов человека. Человечество использует воды гидросферы в качестве необходимого для жизнедеятельности возобновляемого природного ресурса; как среду жизни различных видов живых организмов, и, следовательно, источник, дающий человечеству биологические ресурсы; в качестве самоочищаемых емкостей для сточных вод; как источник кинетической и потенциальной энергии; как составляющие компоненты технологических процессов, а также для ряда других целей.

Результатом этого использования являются: загрязнение вод; безвозвратное водопотребление; явления водной эрозии, выводящие из биоценозного влияния плодородные земли; нарушение веками устоявшихся условий окружающей среды и условий обитания различных организмов и т. п. [1].

**Мелиорация.** Основное количество ресурсов пресных вод используется в сельском хозяйстве. Водная мелиорация применялась человечеством издревле. Сельскохозяйственные угодья занимают на планете 10% площади суши. Шестая часть этих земель мелиорирована, и с них получают от 40 до 50% всех производимых сельскохозяйственных продуктов.

Экологические аспекты неразрывно связаны с хозяйственной стороной проблемы и требуют всестороннего внимания и глубокого осмысления. В России и странах ближнего зарубежья площади, охваченные водными мелиорациями, постоянно увеличиваются. Это ведёт к значительному увеличению потребления водных ресурсов. При проведении водных мелиораций ежегодно расходуется до 200 км<sup>2</sup> воды в зависимости от степени увлажнения. Кроме того, в рассматриваемых странах практически нет земель, которые бы не нуждались в тех или иных видах мелиорации для коренного улучшения их плодородия. Освоение новых сельскохозяйственных угодий под орошение часто сдерживается дефицитом водных ресурсов, поскольку этот вид мелиораций характерен в первую очередь для южных районов страны.

Существенным резервом нормированного использования влаги является правильный выбор и рациональное применение различных способов полива сельскохозяйственных угодий. За два последних десятилетия в хозяйствах России до 75% возросли площади полива методом дождевания, что привело к снижению оросительных норм на 25-30% [2, 3]. В последние годы появились более прогрессивные способы полива: капельное и аэрозольное, обеспечивающее до 50% экономии воды. Так, оросительная норма озимой пшеницы при сочетании полива дождеванием с мелкодисперсным увлажнением в среднем за три года была на 30% ниже, чем при использовании только дождевания.

С развитием орошаемых земель увеличивается объем коллекторно-дренажных вод. Они образуются в результате периодических поливов, когда

отмечается избыточный сток вод, а также при рассолении почв промывкой. В этих случаях повышается минерализация речных вод, они становятся непригодными для любого водопользования, тем более орошения земель. Следует также существенно уменьшить расход воды при промывке засоленных земель, снизить оросительные нормы, повысить эффективность гидромелиорированных систем, организовать деминерализацию коллекторно-дренажных вод с одновременной очисткой их от вредных примесей.

Осушение широко распространено на территориях, где имеются заболоченные и переувлажнённые земли, что в первую очередь характерно для Нечернозёмной зоны России, стран Балтии и Беларуси. Осушение низинных, переходных и верховых болот осуществляется с помощью открытых каналов и закрытого дренажа разных типов.

Главным вопросом, особенно при крупномасштабной мелиорации, является влияние осушительных мелиораций на водный режим регионов. После создания осушительной системы гидрологический режим существенно трансформируется. Наибольшие изменения отмечаются в речном стоке. В первые годы начальной эксплуатации осушительных систем в бассейне происходит некоторое увеличение годового стока за счёт интенсивного сброса избыточных вод. Впоследствии он может снизиться до своей первоначальной величины (до начала мелиоративных работ). Установлено, что после проведения осушения земель, особенно в первые годы, в речном стоке повышается доля подземного питания. Анализ послемелиоративных изменений стока в летне-осеннюю межень показал, что в этот период водность реки увеличивается. Сток весеннего половодья меняется мало, в основном в сторону его снижения, так как на мелиорируемых землях он формируется под влиянием двух основных факторов, действующих в противоположных направлениях: увеличение ёмкости зоны аэрации, что вызывает большие потери талых вод, и возрастание скорости стекания весенних вод вследствие развитой искусственной гидрографической сети.

Главным из нерешённых в настоящее время вопросов в науке является установление допустимого объёма мелиорации для каждого конкретного водооборота с учётом рационального использования всех природных ресурсов и интересов всех отраслей народного хозяйства.

**Перерасход поверхностных вод.** Считается, что нельзя использовать больше 30% *среднегодового* речного стока без риска испытывать недостаток воды в среднем раз в 20 лет. Чем больше брать, тем чаще и резче будет происходить падение уровня воды. Во многих районах США забор поверхностных вод уже превышает тридцати процентный рубеж, а в некоторых других превысит его в ближайшем будущем. На ряде рек потребности в воде превышают 90% среднегодового стока, т. е. хронический недостаток воды неизбежен.

Когда из реки отводят воду, экологические последствия могут затронуть не только ее саму. Болота вдоль множества рек пересохли, так как больше не подпитываются периодическими паводками, что привело к гибели огромного количества водной дичи и других видов растений и животных, обитавших в этих местах.

Проблема касается и эстуариев, т. е. заливов, в которых пресная вода рек постепенно смешивается с морской. Они принадлежат к числу самых продуктивных экосистем Земли; это прекрасные места размножения для многих видов рыб, моллюсков и водных птиц. Когда речной сток сокращается, в эстуарии поступает меньше пресной воды, растет их соленость и сильно изменяется экосистема. Проблемы такого рода известны во многих странах. Ярким примером может служить Арал - внутреннее море площадью 30000 квадратных миль на юге бывшего СССР уже обмелело на 40 футов и может полностью высохнуть в течение ближайших 20 лет в результате необдуманных оросительных проектов, снизивших приток в него пресной воды.

**Перерасход грунтовых вод.** Падение уровня грунтовых вод и истощение их запасов происходит повсеместно, поскольку потребление

грунтовых вод превышает по скорости пополнение их запасов, и во многих районах США уровень грунтовых вод падает в год на 2-3фута или даже больше. В лучшем случае при этом становится дороже качать воду, но со временем скважины могут просто пересохнуть. Проблема стоит особенно остро в регионах с низким количеством осадков, где скорость пополнения очень невелика, а потребность в грунтовых водах высока из-за недостатка поверхностных водоемов.

**Сокращение поверхностных вод.** Падение уровня грунтовых вод влияет и на поверхностные водоемы, ведь ручьи, реки и озера в значительной мере питаются за счет родников, представляющих собой выходы грунтовых вод на поверхность. По мере падения уровня грунтовых вод количество воды, вытекающей из родника, сокращается, и в конце концов он иссякает, когда уровень грунтовых вод падает ниже точки его выхода. Следовательно, это падение приводит к сокращению стока родников и, таким образом, всех поверхностных вод, что усугубляет все упомянутые выше экологические проблемы.

**Просадка грунта.** Когда уровень грунтовых и подземных вод падает, может происходить постепенное опускание поверхности суши. Скорость ее может составлять 15-30см в год. В некоторых районах долины Сан-Хаокин в Калифорнии земля из-за потери грунтовых вод просела примерно на 9м. Просадка грунта ведет к разрушению фундаментов зданий, дорог, водопроводной и канализационной сетей, а в приморских районах – к затоплению, если только не построить защитных дамб.

**Подток соленой воды.** Из-за истощения запасов грунтовых вод возникает еще одна проблема - подток соленой воды. В приморских районах родники могут находиться ниже уровня океана. Пока уровень грунтовых вод на суше выше уровня океана, в водоносном горизонте сохраняется давление, поддерживающее постоянный отток пресной воды в океан, причем колодцы, расположенные вблизи него, также дают пресную воду. Однако понижение уровня грунтовых вод или большая скорость их потребления могут снизить

давление в водоносном горизонте, что позволит проникать в него, следовательно, и в колодцы и скважины соленой воде. Проблема подтока соленых вод стоит во многих местах вдоль морских побережий.

**Результаты изменений в землепользовании.** Деятельность человека значительно изменяет характер земной поверхности, снижая отношение инфильтрация/поверхностный сток. Совершенно очевидно, что развитие городов и пригородов значительно увеличивает сток из-за создания плотных, водонепроницаемых поверхностей типа дорог, автомобильных стоянок, крыш. Даже почва на пригородных газонах обычно уплотнена так, что инфильтрация снижена, а поверхностный сток значительно увеличен. Земледелие нередко приводит к уплотнению почвы, а значит, увеличению поверхностного стока [1].

В то время как инфильтрация пополняет запасы грунтовых вод, поверхностный сток направляется непосредственно в ручьи, иногда по трубам, отводящим воду с городских улиц и автомобильных стоянок.

**Береговая эрозия.** Естественные русла ручьев не способны справиться с увеличившимся стоком, вырывающим почву и камни из их берегов. Деревья, которые обычно закрепляют берег, также подмываются и падают в ручей, преграждая путь воде и направляя ее течение на берега, что еще больше увеличивает эрозию. Такой процесс береговой эрозии вполне естественен, но в природе протекает очень медленно, и прирост растительности восстанавливает берег. С увеличением поверхностного стока равновесие нарушается и эрозия развивается по возрастающей. Дополнительный ущерб может быть нанесен потоками из неудачно расположенных сточных труб, вымывающими в бортах долин овраги. Более тонкий материал уносится течением, но камни и грубозернистый песок откладываются на дне русла, поднимая уровень воды и тем самым усиливая ее воздействие на берег. В результате ручьи становятся *мельче* и *шире*. В конечном итоге русло может быть полностью запружено, и вода будет пробивать его заново по соседним участкам. Это увеличит эрозию и вызовет

гибель многих деревьев из-за переувлажнения почвы. Постепенно узкий окаймленный деревьями ручей может превратиться в широкую промоину, засыпанную упавшими стволами, песком, гравием.

**Паводки.** Когда поверхностный сток через мелкие ручьи достигает рек, происходят паводки. Они всегда были нормальным явлением природы, однако при увеличении стока даже умеренные ливни могут приводить к наводнениям. Многие пригородные поселки все чаще и сильнее страдают от них, так как в ходе урбанизации большая часть водосборных бассейнов в округе оказалась заасфальтированной. Таким образом, воды неочищенного поверхностного стока сильно загрязнены. В отличие от высококачественной родниковой воды они несут в себе все виды загрязняющих землю материалов прямо в ручьи и реки. Здесь встречаются:

- смытая в процессе эрозии почва;
- биогены, входящие в состав удобрений, применяемых в садах, на газонах и полях;
- инсектициды и гербициды, используемые в садах, на газонах и полях;
- помет домашних и сельскохозяйственных животных и ассоциированные с ним бактерии;
- дорожная соль и другие химические вещества с дорожного покрытия;
- сажа и ядовитые вещества из выхлопных газов транспортных средств, а также другие загрязнители воздуха;
- горючее и машинное масло с дорог, автомобильных стоянок, из сточных труб;
- мусор и растительный опад.

Действительно, поверхностный сток сейчас признан основным источником загрязнения многих рек, тем более, что в последнее время количество загрязняющих веществ в стоках городских и промышленных очистных сооружений значительно сократилось. Недавние исследования,



проведенные нью-йоркской группой “Информ”, показали поступление в реку Гудзон с поверхностным стоком около 100 т свинца в год, тогда как с промышленными и городскими стоками его туда попадает всего четверть тонны [1].

**Результаты снижения инфильтрации.** Поверхностный сток не пополняет грунтовые воды. В сильно урбанизированных районах снижение их уровня может быть вызвано не только потреблением, но в равной или даже большей степени снижением инфильтрации. Таким образом, застройка, увеличивая поверхностный сток и снижая инфильтрацию, усугубляет проблемы подтока соленых вод, просадки грунта и т.п., связанные с падением уровня грунтовых вод.

При этом уменьшается сток родников, и в сухие периоды ручьи могут полностью пересыхать. Сток не только резко увеличивается во время дождя, но и уменьшается после него. Другими словами, уплотнение поверхности как составная часть традиционной урбанизации нарушает в ручьях условия постоянного стока, при которых развиваются богатые экосистемы, и приводит к экологически неустойчивому состоянию быстрого чередования паводков и пересыхания. На деле естественные ручьи начинают слабо отличаться от открытых ливневых дрен и часто включаются в такую систему: дренажные трубы прокладывают по их дну и закапывают.

**Загрязнение водных ресурсов.** В настоящее время проблема загрязнения водных объектов (рек, озер, морей, грунтовых вод и т.д.) является наиболее актуальной, т.к. всем известно выражение “вода - это жизнь”. Более частыми становятся засухи, возникают очаги экологических бедствий, например, многолетняя катастрофическая засуха в зоне Сахеля [4, 5].

*Под загрязнением водоемов* понимается снижение их биосферных функций и экономического значения в результате поступления в них вредных веществ. Одним из видов загрязнения водоемов является *тепловое загрязнение*. Электростанции, промышленные предприятия часто сбрасывают

подогретую воду в водоем. Это приводит к повышению в нем температуры воды. С повышением температуры в водоеме уменьшается количество кислорода, увеличивается токсичность загрязняющих воду примесей, нарушается биологическое равновесие.

В загрязненной воде с повышением температуры начинают бурно размножаться болезнетворные микроорганизмы и вирусы. Попадая в питьевую воду, они могут вызвать вспышки различных заболеваний.

В ряде регионов важным источником пресной воды являлись подземные воды. Раньше они считались наиболее чистыми. Но в настоящее время в результате хозяйственной деятельности человека многие источники подземной воды также подвергаются загрязнению. Нередко это загрязнение настолько велико, что вода из них становится не пригодной для питья.

Человечество потребляет на свои нужды огромное количество пресной воды. Основными ее потребителями являются промышленность и сельское хозяйство. Наиболее водоемкие отрасли промышленности — горнодобывающая, сталелитейная, химическая, нефтехимическая, целлюлозно-бумажная и пищевая. На них уходит до 70% всей воды, затрачиваемой в промышленности. Главный же потребитель пресной воды — сельское хозяйство: на его нужды уходит 60-80% всей пресной воды.

В современных условиях сильно увеличиваются потребности человека в воде на коммунально-бытовые нужды. Объем потребляемой воды для этих целей зависит от региона и уровня жизни, составлял от 3 до 700л на одного человека.

Из анализа водопользования за 5-6 прошедших десятилетий вытекает, что ежегодный прирост безвозвратного водопотребления, при котором использованная вода безвозвратно теряется для природы, составляет 4-5%. Перспективные расчеты показывают, что при сохранении таких темпов потребления и с учетом прироста населения и объемов производства к 2100г. человечество может исчерпать все запасы пресной воды.

Уже в настоящее время недостаток пресной воды испытывают не только территории, которые природа обделила водными ресурсами, но и многие регионы, еще недавно считавшиеся благополучными в этом отношении. В настоящее время потребность в пресной воде не удовлетворяется у 20% городского и 75% сельского населения планеты.

Вмешательство человека в природные процессы затронуло даже крупные реки (такие, как Волга, Дон, Днепр), изменив в сторону уменьшения объемы переносимых водных масс (сток рек). Используемая в сельском хозяйстве вода по большей части расходуется на испарение и образование растительной биомассы и, следовательно, не возвращается в реки. Уже сейчас в наиболее обжитых районах страны сток рек сократился на 8% , а у таких рек, как Дон, Терек, Урал — на 11-20%. Весьма драматична судьба Аральского моря, по сути, прекратившего существование из-за чрезмерного забора вод рек Сырдарьи и Амударьи на орошение.

Ограниченные запасы пресной воды еще больше сокращаются из-за их загрязнения. Главную опасность представляют сточные воды (промышленные, сельскохозяйственные и бытовые), поскольку значительная часть использованной воды возвращается в водные бассейны в виде сточных вод [2, 8].

**Загрязнение поверхностных вод.** Качество воды большинства водных объектов не отвечает нормативным требованиям. Многолетние наблюдения за динамикой качества поверхностных вод обнаруживают тенденцию увеличения числа створов с высоким уровнем загрязненности (более 10 ПДК) и числа случаев экстремально высокого содержания (свыше 100 ПДК) загрязняющих веществ в водных объектах.

Состояние водных источников и систем централизованного водоснабжения не может гарантировать требуемого качества питьевой воды, а в ряде регионов (Южный Урал, Кузбасс, некоторые территории Севера) это состояние достигло опасного уровня для здоровья человека. Службы

санитарно-эпидемиологического надзора постоянно отмечают высокое загрязнение поверхностных вод [7].

Около 1/3 всей массы загрязняющих веществ вносится в водоисточники с поверхностным и ливневым стоком с территорий санитарно неблагоустроенных мест, сельскохозяйственных объектов и угодий, что влияет на сезонное, в период весеннего паводка, ухудшение качества питьевой воды, ежегодно отмечаемое в крупных городах, в том числе и в Новосибирске. В связи с этим проводится гиперхлорирование воды, что, однако, небезопасно для здоровья населения в связи с образованием хлорорганических соединений.

Одним из основных загрязнителей поверхностных вод является нефть и нефтепродукты. Нефть может попадать в воду в результате естественных ее выходов в районах залегания. Но основные источники загрязнения связаны с человеческой деятельностью: нефтедобычей, транспортировкой, переработкой и использованием нефти в качестве топлива и промышленного сырья.

Среди продуктов промышленного производства особое место по своему отрицательному воздействию на водную среду и живые организмы занимают токсичные синтетические вещества. Они находят все более широкое применение в промышленности, на транспорте, в коммунально-бытовом хозяйстве. Концентрация этих соединений в сточных водах, как правило, составляет 5-15 мг/л при ПДК — 0,1 мг/л. Эти вещества могут образовывать в водоёмах слой пены, особенно хорошо заметный на порогах, перекатах, шлюзах. Способность к пенообразованию у этих веществ появляется уже при концентрации 1-2 мг/л.

Наиболее распространенными загрязняющими веществами в поверхностных водах являются фенолы, легко окисляемые органические вещества, соединения меди, цинка, а в отдельных регионах страны — аммонийный и нитритный азот, лигнин, ксантогенаты, анилин, метил меркаптан, формальдегид и др. Огромное количество загрязняющих веществ

вносится в поверхностные воды со сточными водами предприятий черной и цветной металлургии, химической, нефтехимической, нефтяной, газовой, угольной, лесной, целлюлозно-бумажной промышленности, предприятий сельского и коммунального хозяйства, поверхностным стоком с прилегающих территорий. Наибольшую опасность для водной среды из металлов представляют ртуть, свинец и их соединения.

Расширенное производство (без очистных сооружений) и применение ядохимикатов на полях приводят к сильному загрязнению водоемов вредными соединениями. Загрязнение водной среды происходит в результате прямого внесения ядохимикатов при обработке водоемов для борьбы с вредителями, поступления в водоемы воды, стекающей с поверхности обработанных сельскохозяйственных угодий, при сбросе в водоемы отходов предприятий-производителей, а также в результате потерь при транспортировке, хранении и частично с атмосферными осадками.

Наряду с ядохимикатами сельскохозяйственные стоки содержат значительное количество остатков удобрений (азота, фосфора, калия), вносимых на поля. Кроме того, большие количества органических соединений азота и фосфора попадают со стоками от животноводческих ферм, а также с канализационными стоками. Повышение концентрации питательных веществ в почве приводит к нарушению биологического равновесия в водоеме.

Вначале в таком водоеме резко увеличивается количество микроскопических водорослей. С увеличением кормовой базы возрастает количество ракообразных, рыб и других водных организмов. Затем происходит отмирание огромного количества организмов. Оно приводит к расходованию всех запасов кислорода, содержащегося в воде, и накоплению сероводорода. Обстановка в водоеме меняется настолько, что он становится непригодным для существования любых форм организмов. Водоем постепенно “умирает”.

Современный уровень очистки сточных вод таков, что даже в водах, прошедших биологическую очистку, содержание нитратов и фосфатов достаточно для интенсивного эвтрофирования водоемов. *Эвтрофикация* — обогащение водоема биогенами, стимулирующее рост фитопланктона. От этого вода мутнеет, гибнут бентосные растения, сокращается концентрация растворенного кислорода, задыхаются обитающие на глубине рыбы и моллюски.

Во многих водных объектах концентрации загрязняющих веществ превышают ПДК, установленные санитарными и рыбоохранными правилами [5].

**Загрязнение подземных вод.** Загрязнению подвергаются не только поверхностные, но и подземные воды. В целом состояние подземных вод оценивается как критическое и имеет опасную тенденцию дальнейшего ухудшения.

Подземные воды (особенно верхних, неглубоко залегающих водоносных горизонтов) вслед за другими элементами окружающей среды испытывают загрязняющее влияние хозяйственной деятельности человека. Подземные воды страдают от загрязнений нефтяных промыслов, предприятий горнодобывающей промышленности, полей фильтрации, шламонакопителей и отвалов металлургических заводов, хранилищ химических отходов и удобрений, свалок, животноводческих комплексов, не канализованных населенных пунктов. Происходит ухудшение качества воды в результате подтягивания некондиционных природных вод при нарушении режима эксплуатации водозаборов. Площади очагов загрязнения подземных вод достигают сотен квадратных километров.

Из загрязняющих подземные воды веществ преобладают: нефтепродукты, фенолы, тяжелые металлы (медь, цинк, свинец, кадмий, никель, ртуть), сульфаты, хлориды, соединения азота.

Перечень веществ контролируемых в подземных водах не регламентирован, поэтому нельзя составить точную картину о загрязнении подземных вод [6].

Ежегодно в мировой океан втекает до 9 млн т нефти. Источники нефтяного загрязнения гидросферы: 1. Аварии нефтеналивных судов и разливы в портах. 2. нефть из недр. 3. аварии при добыче нефти. 4. поступление через атмосферу. 5. промышленность (включая нефтехимическую). 6. эксплуатация морского транспорта (безаварийная). 7. эксплуатация автомобильного и других видов транспорта. 8. бытовые стоки. 9. очистные сооружения. 10. транспортировка и хранение нефти.

**Пути решения экологических проблем гидросферы Земли.** Комплексный и взаимосвязанный характер пресноводных систем требует целостного подхода к управлению ресурсами пресной воды (предполагающего хозяйственную деятельность в пределах водосборного бассейна) на основе сбалансированного учета потребностей населения и окружающей среды. Масштабы и степень загрязнения зон аэрации и водоносных горизонтов всегда недооценивались в силу относительной недоступности водоносных горизонтов и отсутствия информации о водоносных системах. В связи с этим охрана подземных вод является одним из важнейших элементов рационального использования водных ресурсов.

Для включения элементов регулирования качества водных ресурсов в водохозяйственную деятельность необходимо одновременно стремиться к достижению следующих трех целей:

1. Сохранение целостности экосистемы благодаря ведению хозяйственной деятельности на основе принципа, предусматривающего охрану водных экосистем включая живые ресурсы и их эффективную защиту от любых видов деградации в пределах водосборного бассейна.

2. Охрана здоровья населения, что предусматривает не только снабжение питьевой водой, не содержащей патогенных микроорганизмов, но и борьбу с переносчиками инфекции в водной среде.

3. Формирование образованных людских ресурсов, являющееся залогом формирования потенциала и необходимым условием для налаживания деятельности по регулированию качества воды.

Промышленные стоки занимают первое место по объему и ущербу, который они наносят, и решать проблему сбросов их в реки нужно в первую очередь. Из-за загрязнения, вызываемого стоками, начинаются различные биогенные мутации. Из рек и озер пропадают многие виды рыбы, а те, которые остаются - непригодны в пищу. Значительно скудеет флора и фауна водоемов. Из-за промышленных стоков в водоемах наблюдается избыток кислорода, поэтому можно наблюдать так называемое “цветение” водоемов.

Важной проблемой является загрязнение водоемов отходами сельского хозяйства. Многие наверняка с наступлением весеннего половодья не раз замечали неприятный запах, который источает питьевая вода. Запах этот вызван тем, что бурные весенние потоки смывают в реку фекальные массы, накопившиеся за зиму и вывезенные весной на поля. Вместо того, чтобы следить за попаданием этих веществ в реки, предпочитают перед тем, как подать эту воду в дома, смещать ее с огромным количеством хлорки, которая является далеко небезопасным веществом.

Третьей проблемой является попадание в реки и другие водоемы различного бытового и промышленного мусора. Многие, наверное, не раз, гуляя по набережной, бросали в воду бумажку, банку, ветку и т.д. В каком-то месте весь этот мусор скапливается и в русле реки образуются наносы, возникают островки. Все это ведет в засорению и пересыханию реки. Этот же мусор, разлагаясь, выделяет различные канцерогенные вещества, которые попадают вместе с пищей к нам на стол.

Прежде неисчерпаемый ресурс - пресная чистая вода - становится исчерпаемым. Сегодня воды, пригодной для питья, промышленного производства и орошения, не хватает во многих районах мира. Нельзя не обращать внимания на эту проблему, т.к. если не на нас, то на наших детях скажутся все последствия антропогенного загрязнения воды. Уже сейчас из-



за диоксинового загрязнения водоемов в России ежегодно погибает 20 тыс. человек. Примерно такое же число россиян ежегодно смертельно заболевает раком кожи в результате разрушения озонового слоя в стратосфере. Вследствие проживания в опасно отравленной среде обитания распространяются раковые и другие экологически зависимые заболевания различных органов. У половины новорожденных, получивших даже незначительное дополнительное облучение на определенном этапе формирования плода в теле матери, обнаруживаются задержки умственного развития. Следовательно, эту проблему надо решать как можно скорее и радикально пересмотреть проблему очищения промышленных сбросов.

Миру нужна устойчивая практика управления водными ресурсами, однако мы еще недостаточно быстрыми темпами движемся в правильном направлении. Китайская пословица гласит: "Если мы не изменим курс, то можем прийти туда, куда направляемся". Если не изменить направление движения, многие районы будут по-прежнему испытывать нехватку воды, многие люди будут по-прежнему страдать, будут продолжаться конфликты из-за воды и новые площади ценных, сильно увлажненных земель будут уничтожены.

Несмотря на то, что кризис с пресной водой кажется неизбежным во многих районах, где сейчас наблюдается ее нехватка, в других районах эту проблему еще можно решить, если соответствующие политика и стратегии будут сформулированы, согласованы и реализованы в самое ближайшее время. Международное сообщество уделяет повышенное внимание мировым проблемам, связанным с водой, и целый ряд организаций предоставляют финансовые средства и помогают управлять предложением и спросом на водные ресурсы. Возникает все больше механизмов, которые обеспечивают более справедливое распределение этих ресурсов. Страны, расположенные в районах с традиционной нехваткой воды, вводят более совершенные тарифные механизмы, развивают общественные системы управления водными ресурсами и переходят к режимам управления водосборными и

речными бассейнами. Между тем, число и масштаб таких проектов должны быть существенным образом увеличены.

#### **4.2. Воды Мирового океана.**

Непрерывная водная поверхность Мирового океана составляет 70,8% площади поверхности планеты. Существеннейшие черты географической оболочки определяются планетарным обменом веществом и энергией, который осуществляется системой океан — атмосфера — материк. Непременной составной частью этой системы является органический мир и океанская водная эндогенно-биогенная масса: вода и соли выделились из мантии, а полностью химический состав воды формировался в биосфере.

Ввиду исключительной роли Мирового океана в природе нашей планеты надо считать справедливым выделение наряду с гидросферой океаносферы.

**Части Мирового океана.** Название «океан» происходит от собственного имени мифической реки Океан, которая по представлению вавилонян и египтян омывала плоский диск суши. По мере развития мореплавания стало ясно, что материки омывает не река, но название океан осталось.

В 1650 г., после эпохи Великих географических открытий» Г. Варений в «Географии генеральной» выделил пять океанов: Великий, или Тихий, Атлантический, Индийский, Северный Ледовитый и Южный Ледовитый. В 1845 г. это деление было подтверждено Лондонским географическим обществом. В конце XIX к. самостоятельность Северного и Южного Ледовитых океанов была подвергнута сомнению. Северный стал Средиземным морем Атлантического океана, Южный был разделен между Тихим, Атлантическим и Индийским. В 30-х годах XX в. после изучения Арктики был восстановлен Северный Ледовитый океан, а к началу 70-х годов текущего столетия изучение Антарктики показало самобытность южных полярных вод, достаточную для выделения Южного океана.

Изменения в выделении океанов объясняются тем, что их границы не везде проходят по берегам материков, а нередко проводятся условно. Но каждый океан обладает комплексом только ему присущих качеств. Для каждого из них присуща своя система течений, система приливов и отливов, характерны свое распределение солености, свой температурный и ледовый режим, своя циркуляция атмосферы вместе с течениями, свой характер глубин и господствующие донные отложения. Вот почему после изучения полярных стран и были восстановлены Северный и Южный океаны.

При взаимном проникновении частей материков в океан и частей океана в материки образуются со стороны суши острова и полуострова, а со стороны океана моря, заливы и проливы.

Морем называется обособленная часть океана, отличающаяся физико-географическими, главным образом гидрологическими и климатическими особенностями. Оно может находиться или между двумя материками, или вдаваться в материк, или, наконец, отделяться от океана полуостровами, островами и подводным рельефом.

***Физико-химические свойства морской воды.*** Океаническая вода на 96,5% состоит из чистой воды, а остальная часть приходится на растворенные соли, газы, взвешенные нерастворенные частицы. В воде океанов в растворенном состоянии находится 44 элемента таблицы Менделеева, из них хлориды составляют 68,7%, сульфаты 10%, карбонаты - 0,3%, прочие 0,2% (табл. 4.6). Больше всего содержится поваренной соли, поэтому вода на вкус соленая; соли магния, придают ей горьковатый привкус. Солевой состав морской воды постоянен, что связано с постоянным перемешиванием воды. Средняя соленость Мирового океана составляет 35 промилле, это значит, что в 1 т воды содержится 35 кг солей, а общее их количество так велико, что если бы извлечь все соли и рассыпать по поверхности материков, то образовался бы слой мощностью в 135 м.

Изменения солености, связанные с особенностями природных зон и приносом пресных вод реками, хорошо выражены до глубин 1500 м, глубже соленость остается неизменной в пределах от 34,7 до 34,5 промилле, за исключением тектонически-активных районов (Красное море).

В воде океанов растворены газы - кислород, азот, углекислый газ, сероводород, аммиак, метан. Газы поступают из атмосферы, при химических и биологических процессах в воде и при извержениях подводных вулканов.

Таблица 4.6.

#### Состав солей Мирового океана.

Химические вещества	Содержание в ‰	Содержание в % от всех солей
Хлористый натрий	27,2	
Хлористый калий	3,8	
Итого хлоридов	30,0	<b>88,7</b>
Сернокислый магний	1,7	
Сернокислый кальций	1,2	
Сернокислый калий	0,9	
Итого сульфатов	3,8	<b>10,8</b>
Карбонаты	0,1	0,3
Прочие	0,1	0,2

*Гидрохимические ресурсы вод Мирового океана.* Океанская вода может рассматриваться в качестве жидкой многоэлементной руды. По современным оценкам воды Мирового океана содержат около 80 химических элементов. Наиболее высоки концентрации хлора, натрия, магния, серы, кальция. В эту группу входят также водород и кислород. Другие элементы содержатся в крайне небольших концентрациях, например, серебро -  $0,3 \cdot 10^{-4}$  мг/л, олово -  $0,8 \cdot 10^{-4}$  г/л, свинец -  $0,3 \cdot 10^{-5}$  мг/л, золото -  $0,1 \cdot 10^{-5}$  мг/л, поэтому морскую воду называют «тощей рудой». Но учитывая огромные объемы Мирового океана, суммарное количество его гидрохимических

ресурсов может оказаться значительным. Из нее добываются поваренная соль, калийные соли, магний, бром и многие другие элементы и соединения.

Океанская вода, как и почва материков, обладает плодородием. Она всегда содержит элементы, которые входят в состав пищи морских зеленых растений. Только фосфаты и иногда нитраты могут быть в недостаточном количестве. Их содержание зависит от циркуляции водных масс.

### ***Воды Мирового океана – источник биогенных ресурсов.***

Минерализация воды — неперемное условие зарождения жизни и развития биосферы в океане. Ультрапресная вода, проникая в клетки, оказывает на них вредное действие: будучи сильным растворителем, она изменяет состав протоплазмы. Пресноводные организмы имеют приспособления в виде водонепроницаемых слизистых покровов, которыми «изолируются» от среды. В морской соленой воде осмотическое давление такое же, как внутри организма; токи между средой и тканями не возникают. С другой стороны, растворы высокой концентрации, например, сильно соленые воды озер, совсем убивают жизнь. Морская вода оказывается оптимальной для жизни. Почти все морские животные ***стеногалинные*** — могут жить только в узких рамках солености, ***эвригалинные*** малочисленны. Географически важно, что морская фауна легко переносит повышение солености и отрицательно реагирует на ее снижение. Например, рифовые кораллы чувствительны даже к слабому опреснению, поэтому коралловые постройки всегда прерываются против устьев рек. Фауна внутренних морей обедняется параллельно снижению их солености. Например, по мере опреснения воды Балтийского моря изменяется и видовое разнообразие его фауны. Морских рыб в Кильской бухте 75, в средней части Балтийского моря 40, а в Ботническом заливе 23 вида. Соленость 4<sup>0</sup>/<sub>00</sub> исключает существование каких бы то ни было морских форм.

Многие животные для построения тела усваивают кальций; к ним относятся планктонные организмы с известковым скелетом и кораллы. Усвоение кальция протекает нормально при высокой температуре и

прекращается даже при небольшом ее понижении. По этой причине коралловые постройки распространены только в жарком поясе и служат его индикатором, а в расположении донных илов органического происхождения прослеживается климатическая зональность.

Соленость морской воды менялась и на протяжении всей истории существования Мирового океана. Вопрос о том, какой была на заре жизни, в какой воде возникло органическое вещество, решается сравнительно уверенно. Вода, выделявшаяся из мантии, захватывала и транспортировала подвижные компоненты магмы, и в первую очередь соли. Поэтому первичные океаны были минерализованы. С другой стороны, фотосинтезом разлагается и изымается только чистая вода, следовательно, соленость океанов неуклонно повышается. Данные исторической геологии свидетельствуют о том, что водоемы были солоноватыми — соленость около 25<sup>0</sup>/<sub>00</sub> и, может быть, даже около 10<sup>0</sup>/<sub>00</sub>.

**Газовый режим Мирового океана.** Для обеспечения жизни в океане очень важен газовый режим вод. В морской воде растворены азот, кислород, углекислый газ, т.е. те же газы, которые образуют и атмосферу. Иногда в морях глубокие акватории заражены сероводородом. Наибольшее значение имеет, естественно, кислород, так как он обеспечивает биохимические процессы океанской части биосферы и в планетарном газообмене между океаном и атмосферой участвует в регулировании газового состава всей воздушной оболочки Земли.

Кислород в океанскую воду поступает в результате фотосинтеза фитопланктона и в процессе газообмена с атмосферой. В результате этих процессов верхний освещенный 100-метровый слой оказывается близким к насыщению кислородом: содержание кислорода составляет 93—97% возможного.

Растворимость кислорода больше, чем азота, поэтому в воздухе воды его содержится 35% (азота 63%), тогда как в атмосфере только 21 % (азота 79%).

Концентрация кислорода увеличивается с понижением температуры: на экваторе она равна 4,5—6,0 мл/л, в средних широтах 6,0—7,0, в Арктике и Антарктике до 7,5—8,0 мл/л.

Расходуется кислород на дыхание и окисление. В верхнем 200-метровом слое разрушается 90% всех органических веществ, и только 10% их массы опускается ниже. Поэтому в верхних слоях промежуточной сферы содержание кислорода низкое — около 2,0 мл/л, а местами и до 0,5 мл/л.

В холодных тропических течениях, где поднимается вода промежуточной сферы, содержание кислорода оказывается тоже низким— менее 2,0 мл/л и даже до 0,2 мл/л. Но такие акватории — исключение. В целом же насыщенность верхней сферы от 60% в низких широтах до 95% в высоких.

Нисходящими токами воды, которые наиболее интенсивны холодных поясах, особенно в Антарктике, кислород уносится глубины океана и придонными течениями разносится по всему океану, поэтому во всех глубоких водах концентрация кислорода весьма значительная — от 3,0 до 5,5 мл/л, всюду достаточная для живых организмов.

***Питательные соли в водах Мирового океана.*** Океанская вода содержит большинство элементов, которые должны входить в состав пищи морских зеленых растений. И только фосфаты, а иногда нитраты могут быть в недостаточном количестве. В каждой конкретной акватории океана плодородие практически зависит от баланса фосфатов, поскольку кислорода всюду достаточно, а освещение повсеместно (кроме полярных морей зимой).

Биогенные вещества, потребляемые водорослями, в океан поступают с речным стоком (50—60%), при разрушении берегов (10—20%), с ветром с суши (10%,). Около 20% их образуются в самой океанской воде. С суши в океан ежегодно поступает 385 млн. т фосфатов. Естественно, что главная масса их сосредоточивается в прибрежных водах, на материковой отмели или шельфе. В самом океане фосфаты образуются на всех глубинах от распада

органических веществ. Но в верхнем освещенном слое они почти полностью выбираются фитопланктоном [9].

Богатство или бедность акваторий питательными солями зависит от макроциркуляции воды. Восходящие токи в умеренных и субполярных широтах и частично под экватором доставляют к поверхности фосфаты из глубинных сфер. Тропические акватории типа Саргассова моря с нисходящими токами воды крайне бедны фосфатами, и поэтому, несмотря на обилие света и тепла, уподобляются тропическим пустыням.

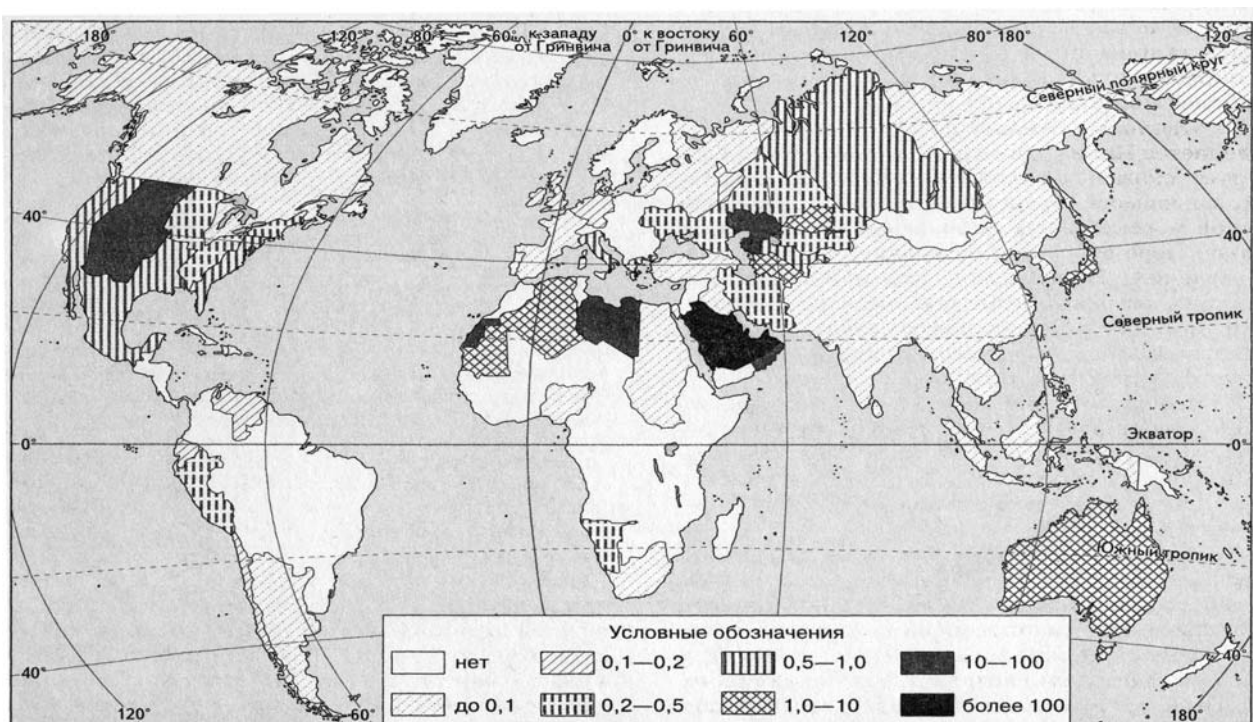
На распространение планктонных организмов с известковым скелетом влияет содержание в воде  $\text{CO}_2$ , который способствует растворению извести. В теплой воде тропических акваторий его содержится мало и карбонатакопление идет на обширных пространствах. В полярных морях с понижением температуры содержание  $\text{CO}_2$  увеличивается, поэтому организмы с известковым скелетом замещаются диатомовыми водорослями с кремнистым скелетом. На океанском дне здесь распространены диатомовые илы. Климатическая зональность осадконакопления осложняется теплыми и холодными океанскими течениями.

***Воды Мирового океана как источник питьевой воды.*** Одним из доолнительных способов увеличения запасов пресной воды является опреснение (обессоливание) соленых вод. Этот способ известен очень давно. Еще две тысячи лет назад люди научились получать пресную воду при помощи метода дистилляции. Он заключается в выпаривании воды под давлением с последующей конденсацией водяных паров. Этот метод использовался на морских судах, находящихся в дальних плаваниях. И ныне этот метод остается одним из основных методов опреснения морской воды. Но появились новые. Более совершенные методы, промышленного опреснения, которые выбираются в зависимости от свойств воды, производительности установок и по другим технико-экономическим показателям.



Первые установки промышленного опреснения появились в конце 19- начале 20 веков. Примерами таких установок могут служить солнечный опреснитель в пустыне Атаками в Чили, опреснители на каспийском море в районах Краснодарска и Баку.

В конце 20 века появились мощные промышленные установки по опреснению морской воды. В 70-ые годы во всем мире эксплуатировалось 800 установок с суммарной производительностью 1,25 млн.м<sup>3</sup> /сутки. К 2000 году суммарное количество опресненной воды составило 30 млн.м<sup>3</sup> /сутки. Появились установки с мощностью до 100 тыс. м<sup>3</sup>/ сутки. В середине 1990-ых годов опреснительные установки работали в 100 странах мира [9] (рис. 4.3), расположенных как в умеренном (Великобритания, Нидерланды, США), так и субтропическом (Италия, Греция, Япония, Азербайджан, Туркмения) поясах. Но большинство таких стран расположено в аридной части тропического пояса – Тунис, Ливия, Египет, Саудовская Аравия, Кувейт, ОАЭ, Катар, Ирак, Иран, Израиль, Мексика, Куба, Венесуэла.



**Рис.4.3. Потребление опресненной воды, м<sup>3</sup> в год на одного человека.**

Больше всего опресненной воды на одного жителя получают в странах Персидского залива, где такая вода служит главным источником водопотребления (в Кувейте, например, на 100%). Здесь находятся самые мощные в мире опреснительные установки. Из отдельных регионов следует выделить Калифорнию и отдельные островные микросоюдарства, зависимость которых от опресненной воды очень велика. Это относится к Багамским, Бермудским, Виргинским, Антильским, Канарским островам, островам Зеленого Мыса и островам Полинезии.

#### **4.3. Поверхностные и подземные воды суши**

Основной фактор пополнения запасов поверхностных и подземных вод суши – осадки. Распределение осадков по Земле - от почти нуля в одних регионах до 3 м и более в других – зависит общей циркуляции атмосферы, а в пределах отдельных регионов – от степени континентальности и особенностей рельефа.

Вода, попадающая на землю в виде осадков, может следовать двумя различными путями: либо впитываться в почву (инфильтрация), либо стекать по ней (поверхностный сток). Очень важный показатель - соотношение инфильтрации и поверхностного стока. По поверхности вода стекает в ручьи и реки, болота, моря или в другие поверхностные водоемы, где происходит испарение. Все пруды, озера, ручьи, реки и другие водоемы под открытым небом называются поверхностными водами.

Реки – это постоянные водотоки, которые текут, как правило в течение всего года. Однако некоторые реки могут на непродолжительное время пересыхать или промерзнуть. В формировании рек, их водотоков значительная роль принадлежит климату, хотя геоморфология, почвы, растительность и др. также влияют на их формирование и режим.

Важнейшей характеристикой поверхностных вод является **сток** – процесс стекания воды вместе с содержащимися в ней веществом и теплотой [9]. Речной сток – важный элемент материкового звена глобального круговорота воды и веществ.

Наиболее крупные реки находятся в Южной Америке, Африке, Азии. Наибольшую среди всех рек площадь бассейна имеет Амазонка, она самая водоносная река мира (16,6% стока всех рек). На территории России находится более 2,5 млн. рек. Почти 95% из них имеют длину менее 25 км.

По условиям протекания реки подразделяются на равнинные, горные, полугорные; по источникам питания делятся на типы, в зависимости от доли в их стоке снегового, дождевого, ледникового и подземного питания.

Озера – естественные водоемы с замедленным водообменом, и не имеют непосредственной связи с океаном. Они распространены на поверхности суши повсеместно. Наибольшая озерность характерна для увлажненных районов древнего оледенения (север Канады, Европы, США), для районов развития многолетнемерзлых пород. В России более 2 млн. озер, причем в пресных озерах сосредоточено 26 5000км<sup>3</sup> воды, в восьми крупнейших (Байкал, Ладожское, Онежское, чудское с Псковским, Таймыр, Ханка, Белое) находится 91,5% воды [9].

Для впитавшейся воды также существуют два альтернативных пути. Она может удерживаться в почве в количестве, зависящем от водоудерживающей способности последней. Такая вода называется *капиллярной (почвенной)* и возвращается в атмосферу путем эвапотранспирации. Впитавшаяся вода, которая не удерживается в почве, называется гравитационной, под воздействием силы тяжести, она стекает, или просачивается, вниз по порам и трещинам в горных породах. Когда гравитационная вода достигает водонепроницаемого слоя горной породы (например плотной глины), она накапливается над ним, заполняя здесь все поры, трещины и пустоты. Такие воды называют *подземными*. Первый от дневной поверхности горизонт подземных вод называют *грунтовыми* водами, а их верхнюю границу уровнем грунтовых вод [10].

Подземные слои горных пород часто залегают наклонно, что заставляет грунтовые воды передвигаться с различной. Слои пористого материала, по которым они движутся, называются *водоносными горизонтами*. Фактическое

их расположение бывает весьма сложным. Пористые слои часто залегают между водонепроницаемыми, прерываются или сминаются складками. Подземные воды можно обнаружить на различной глубине, а место, где водоносный горизонт пополняется запасами воды (*область питания*), временами располагается на расстоянии многих десятков километров от района, где они его покидают. Если зона пополнения находится на большей высоте, а водовмещающие слои имеют вогнутую форму, то создается повышенное давление, создающее напор подземных вод, которые в таком случае называются *артезианскими*.

Под действием силы тяжести грунтовые воды могут двигаться по водоносному слою до тех пор, пока не выйдут на поверхность, образуя естественные *родники*. Родник образуется только тогда, когда уровень грунтовых вод проходит выше него, а, если он понижается, родник пересыхает [10]. Иногда вода вытекает на поверхность на относительно широком пространстве, а в других случаях довольно мощной струей бьет из одной точки. В свою очередь родники питают ручьи, реки и озера. Таким образом, грунтовые воды, участвуя в круговороте воды, вновь становятся частью поверхностных.

#### ***Литература к разделу 4. Водные ресурсы***

1. Б.Небел. Наука об окружающей среде: Как устроен мир – Москва “Мир” 1993. В двух томах, том первый стр. 229–263.
2. Карловский В.Ф. Мелиорация и охрана окружающей среды.: Сборник научных трудов.: Влияние мелиорации земель на окружающую среду – Минск БелНИИМиВХ 1989.
3. Мазур И.И. Инженерная экология – Москва “ИНФРА-М” 1999. В двух томах, том первый.
4. Л.Ю.Чуйкова. Общая экология – Астрахань ИТА “Интерпресс” 1996. Стр. 147–191.

5. Авакян А.Б., Широков В.М. Рациональное использование водных ресурсов.: Учебник для геогр., биол. и строит. спец. Вузов – Екатеринбург “Виктор” 1994. Стр. 320.
6. Энциклопедия «Кругосвет». – [Электронный ресурс] – 2008. – Режим доступа: <http://www.krugosvet.ru/articles/114/1011493/1011493a1.htm>
7. П.Ревелль, Ч.Ревелль. Среда нашего обитания.: Загрязнение воды и воздуха – Москва “Мир” 1995. В четырех книгах, книга вторая.
8. С.Голубчиков. Загрязнение поверхностных и подземных вод // Энергия: экономика, техника, экология – Москва 2002 №1, стр. 36-39.
9. Михайлов В.Н., Добровольский А.Д., Добролюбов С.А. Гидрология: учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 2005, - 463 с.
10. Всеволожский В.А. Основы гидрогеологии. – М.: Изд-во МГУ.

## Раздел 5. ЗЕМЕЛЬНЫЕ И ЛЕСНЫЕ РЕСУРСЫ

### 5.1. Земельные ресурсы.

Земельные ресурсы – это фундамент человеческой цивилизации. С древнейших времен земля является основой существования человеческого общества. Верхний слой земли - почва, уникальное биокосное образование, обладающее *плодородием*, с которым связано важнейшее направление использования земельных ресурсов – производство биомассы. Это определяет главную особенность земельных ресурсов: земля - первичный фактор производства, производимая на земле сельскохозяйственная продукция всегда была материальной основой жизни.

Земельные ресурсы — это пространственный базис для размещения производительных сил и расселения населения, т.е. они являются территориальными ресурсами.

Таким образом, характеристиками земельных ресурсов, наряду с площадью, выступает качество земель (их сравнению с другими видами природных ресурсов земельные ресурсы обладают рядом специфических особенностей:

- В отличие от минеральных, водных, лесных ресурсов их нельзя перемещать с места на место. Земельный фонд – это характеристика определенной территории.

- Их исчерпаемость определяется пределами территории.

- Являясь многоцелевым ресурсом, земельный участок в каждый конкретный момент времени может иметь только один вид использования.

#### 2.5.1. Земельный фонд мира и его структура.

Общее представление о земельных ресурсах дает понятие земельного фонда. Под *земельным фондом* понимают совокупность всех земель в пределах той или иной территории, подразделяемую по типу хозяйственного

использования. Земельный фонд - все земли, находящиеся в распоряжении какой-либо части населения. Выделяют:

- *земельный фонд страны* - все земли государства;
- *мировой земельный фонд* - вся поверхность суши, из которой обычно исключают Гренландию и Антарктиду.

В земельный фонд входят:

- земли, освоенные в сельскохозяйственном отношении;
- земли, занятые лесами, внутренними водоемами, населенными пунктами, дорогами, промышленными предприятиями;
- неудобные земли: пустыни, высокогорья и др.

Соотношение площадей всех этих земель составляет структуру земельного фонда. С течением времени структура земельного фонда изменяется, при этом потерянные площади *земельного фонда* оказываются не меньше, а иногда и больше вновь освоенных.

Человечество обладает земельным фондом в 149 млн.км<sup>2</sup>, что соответствует площади суши или 130-135 млн. км<sup>2</sup> (13-13,5 млрд. га), если исключить практически необитаемые Антарктиду и Гренландию. Официальные данные о мировом *земельном фонде* дает ФАО (FAO – Fond and Agriculture Organization) (специализированное учреждение ООН, созданное в 1945 г. с целью сбора и изучения информации по вопросам питания, продовольствия и сельского хозяйства с центром в Риме).

Таким образом, земельные площади, играющие решающую роль в обеспечении человечества продовольствием (дают до 90% продуктов питания), в начале 90-х годов составляли лишь 10-11%.

Земли, занятые под пастбища, как естественные, так и улучшенные, занимают площади почти в два раза больше, чем пашни, но обеспечивают лишь 10% мировой сельскохозяйственной продукции. Важно отметить значительную долю лесов в мировом земельном фонде. Они играют очень важную средообразующую функцию, влияя на климат, поверхностный и подземный стоки. Кроме того, лес - это важный биологический ресурс, хотя в

формировании продуктовой корзины человечества они играют второстепенную роль.

Таблица 5.1

**Размеры и структура мирового земельного фонда [8]**

Главные категории земель	Млн. га	%
Земли сельскохозяйственного назначения	4846,1	37,1
В то числе:		
пашня	1345,3	10,3
площади под многолетними культурами	105, 5	0,8
пастбища	3395,3	26,0
Леса	4138,0	31,7
Прочие земли	4061,3	31,2
Всего	134045,4	100,0

Оставшаяся часть земельного фонда относится по классификации ФАО к *прочим землям*. В это понятие входят земли разного хозяйственного назначения и продуктивности: земли под жилой застройкой (селитебные); земли под промышленными и транспортными объектами; горными выработками. Эти земли в настоящее время в разных регионах занимают от 2 до 3% площади. Остальная часть прочих земель – это земли разной продуктивности, которые условно можно подразделить на две группы. либо продуктивные, непахотно-пригодные земли и малопродуктивные и непродуктивные земли. В первую группу включают тундры и лесотундры, пастбища в полупустынях, сухих степях и саваннах на маломощных щебнистых, засоленных почвах и леса, преимущественно горные, на вечной мерзлоте и заболоченные. Их потенциально можно вовлечь в сельскохозяйственный оборот благодаря научно-техническому прогрессу (но при очень больших капиталовложениях). Вторая группа – это ледниковые покровы, практически безжизненные холодные и жаркие пустыни,



прибрежные пески, скалы, озера, реки и водохранилища, антропогенный бедленд.

На протяжении всей истории человечества рост населения сопровождался изменением структуры земельного фонда за счет расширения площадей обрабатываемых земель и уменьшения площадей лесов, которые сводились под поля. Когда в Европе, отличающейся ограниченными земельными ресурсами, давление на землю достигло критической величины, безземельные крестьяне отправились в Новый Свет.

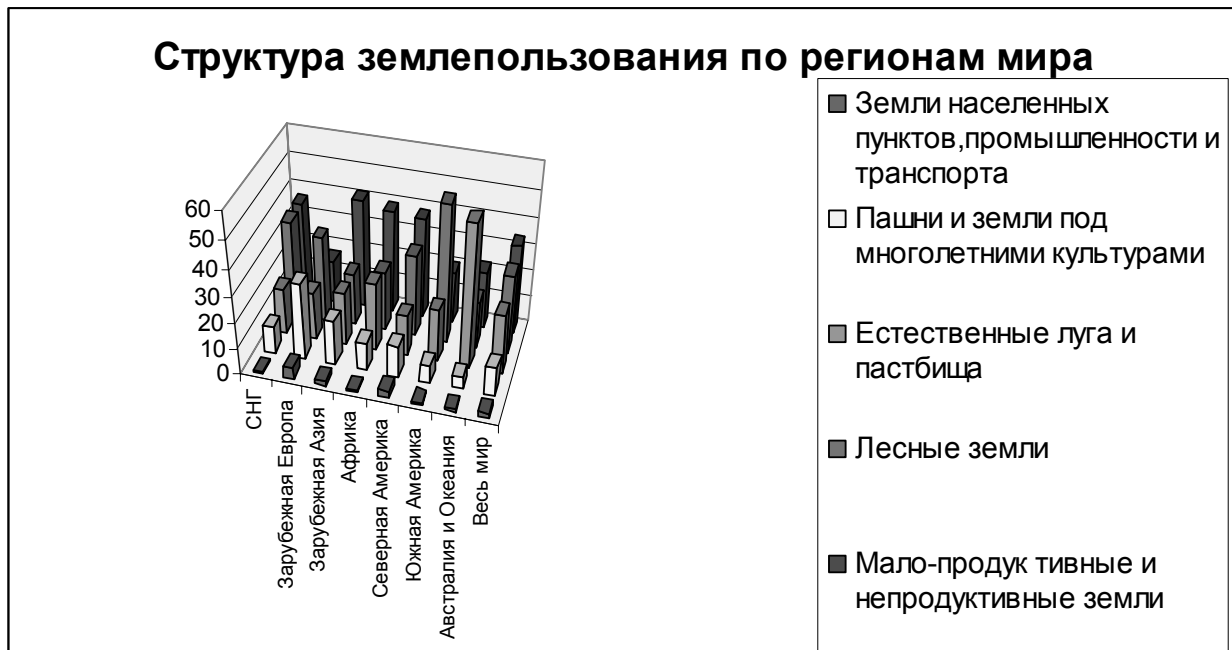
В течение 20 в. расширение используемых земель шло за счет экономически слаборазвитых странах, и к середине века площади неосвоенных земель, пригодных для сельскохозяйственного производства, заметно сократились, в то время как рост населения ускорился. Прирост обрабатываемых земель не успевал за приростом населения и в наиболее густо заселенных районах третьего мира стал проявляться земельный голод - нехватка земли как для ее приобретения, так и для ее аренды.

За последние 60 лет распаханность суши увеличилась почти вдвое, хотя в развитых странах в последние годы она стабилизировалась и даже намечается тенденция к ее уменьшению, за счет чего расширяются рекреационные зоны в виде лесов и лесопарков (например, в США и Германии).

Вовлечение в сельскохозяйственный оборот новых земель требует огромных затрат. А по мере использования земель все более худшего качества (так как лучшие уже использованы ранее) затраты в расчете на 1 га окупаются все меньшим приростом производимой продукции и в конечном итоге могут обернуться нулевым приростом.

Распределение земельного фонда по регионам и крупным странам имеет свою специфику, отражающую физико-географические особенности – рельеф и климат. В структуре же земельного фонда, кроме природных особенностей, отражается история освоения территории в этих регионах. Весьма существенны различия по удельному весу сельскохозяйственных

земель, характеризующему степень сельскохозяйственной освоенности территории (рис.5.1).



**Рис.5.1. Структура землепользования по регионам мира**

Большая часть резерва обрабатываемых земель расположена в Африке и Южной Америке. В Юго-Восточной Азии 92% уже используется в сельском хозяйстве. В высокоразвитых странах существующий уровень освоенности можно считать предельным.

Наибольшими пахотными угодьями в мире обладают 10 стран, на долю первых трех (США, Индия и Россия) приходится почти 40% мировой пашни. По доле пашни в общем земельном фонде страны между странами существуют большие различия. По этому важному показателю лидерами являются Украина, Индия, Бангладеш и Дания, где распаханность достигает 56-57%, В Нигерии и США этот показатель составляет соответственно 33,0% 20,3%. Высокая доля пахотных земель в общем *земельном фонде* страны является показателем значительного аграрноприродного потенциала.



**Рис.5.2. Доля пашни отдельных стран в общемировом фонде**

По площади прочих земель первое место занимает Россия (700 млн.га), что существенно больше площади продуктивных земель. Второе место занимает Канада (355 млн.га), далее идут Китай (307 млн.га), Алжир (195 млн.га), США (193 млн.га) и Ливия (159 млн.га) [1].

Со структурой земельного фонда тесно связан вопрос об **обеспеченности земельными ресурсами**. Этот показатель рассчитывается как отношение общей площади данного вида земельного ресурса к общей численности населения (га/на человека). Общая среднемировая душевая обеспеченность на пороге 21 века составляет примерно 2,1 га. При этом в таких странах как Австралия она составляла 30 га, Россия – 11,4 га, Бразилия – 5,2 га. США – 3,4 га на человека. В странах Европы в среднем – 0,9 га на человека [1].

Вызванная ростом населения нехватка земель обостряется и неравномерным распределением земельной собственности. В Латинской Америке, где ситуация наиболее критическая, четыре пятых всех сельскохозяйственных земель принадлежит 5% населения. Наибольшее

количество безземельных крестьян сосредоточено в Южной Азии, главным образом на Индийском субконтиненте. Для Африки безземельность - это относительно новое явление, но получающее все более широкое распространение.

Земельный голод лежит в основе конфликтов между людьми, мигрирующими с эродированных, истощенных земель. В тех странах, где сельскохозяйственные земли распределены крайне неравномерно, земельный голод может быть ликвидирован лишь путем проведения земельных реформ. В ряде стран ситуация может быть улучшена путём переселения населения в новые районы. К сожалению, Бразилия и Индонезия, вложившие немалые средства в переселение на территории, занятые девственными тропическими лесами, расплачиваются за это ухудшением экологической обстановки.

### 5.1.2. Земельный фонд России.

Россия относится к числу стран, наиболее обеспеченных земельными ресурсами. Земельный фонд России составляет около 1710 млн.га, но при этом только 13% земельных площадей страны используются в сельском хозяйстве (пашни, сады, сенокосы, пастбища), причем доля самых ценных земель (пашни) составляет всего 7% [2]. Большие площади России заняты тундрой, тайгой, горными массивами, болотами и заболоченными участками, относимыми к категории малопригодных земель.

Таблица 5.2

Структура земельного фонда России, млн.га [1]

Виды земельных угодий	Площадь	% к общей площади
Сельскохозяйственные угодья, в том числе пашня	221,1 126,5	13 7
Леса и древесно-кустарниковые насаждения	898,3	53
Болота	139,4	8
Водные объекты	71,7	4
Селитебные, промышленные и транспортные земли	13,3	1
Оленьи пастбища	301,0	18
Нарушенные земли	1,2	0,1
Всего	1709,8	100

Большая часть сельскохозяйственных земель расположена на юге страны. Под пашню используются наиболее *плодородные* почвы — черноземы, серые лесные и темно-каштановые.

Основная земледельческая зона страны расположена в зоне степей и лесостепей и смешанных лесов.

Подзолистые и каштановые почвы используются под пастбища и сенокосы.

Земельные ресурсы России испытывают значительные структурные изменения, которые приводят к сокращению площадей сельскохозяйственных угодий (пашен, сенокосов) как за счет отвода земель под застройку городов, поселков и промышленных предприятий, строительства водохранилищ и дорог, так и за счет деградации почвенного покрова.

Земли, находящиеся в пределах Российской Федерации, составляют земельный фонд страны. Хотя собственность и иные права на земельные участки осуществляются в разных формах, государство несет ответственность за земельный фонд страны, его состояние, использование и охрану. Государственное управление землями подразделяется на общее и отраслевое управление. *Общее управление землями* возложено на Федеральное Собрание, Президента, Правительство РФ и распространяется на все территории независимо от категорий земель и форм владения ими. Специально уполномоченным государственным органом в области охраны земель является Государственный комитет России по земельным ресурсам и землеустройству (Госкомзем).

*Отраслевое управление* осуществляется министерствами, государственными комитетами, федеральными службами по принципу подведомственности им предприятий, учреждений, организаций, которым предоставлены земли. Осуществление ими управления, как правило, не зависит от территориального размещения земель. Задачи перед отраслевым управлением ставятся органами общего государственного управления.

Государственное управление земельным фондом, обеспечение охраны и рационального использования земель предполагает проведение следующих мероприятий:

- организацию и осуществление землеустройства (классификация земель по категориям в зависимости от их целевого назначения, земельный кадастр и мониторинг земель);

- государственный контроль за использованием земель в зависимости от их целевого назначения, в том числе не допущение без достаточных оснований перевода их из одной категории в другую (категория земель указывается в постановлениях органов исполнительной власти и решениях органов местного самоуправления о предоставлении (передаче) земельных участков или об установлении особых правовых режимов использования земель; в свидетельствах, договорах и иных документах, удостоверяющих права на землю; в документах государственного земельного кадастра; в документах государственной регистрации земель, недвижимого имущества);

- разрешение земельных споров (в отношении каждого вида земель предусматривается полномочный орган, имеющий право перевода земель из одной категории в другую; нарушение установленной подведомственности перевода земель из категории в категорию может явиться основанием для признания недействительными актов или сделок, для отказа в государственной регистрации прав на землю).

- обеспечение стабильности *целевого назначения земель*.

**Целевое назначение земель** – это установленные правом порядок, условия, предел эксплуатации (использования) земель для конкретных целей в соответствии с категориями земель. Режим их использования определяется совокупностью правил эксплуатации, включения в гражданский оборот, охраны, учета и мониторинга. Назначение и режим использования земель отражаются в землеустроительной и градостроительной документации и не являются неизменными – они систематически пересматриваются в

государственных органах и органах местного самоуправления. Сохранение прежде всего сельскохозяйственных земель, а также недопущение их необоснованного перевода в менее эффективные формы использования всегда являлось краеугольным принципом российского земельного права.

### **5.1.3. Почвенные ресурсы мира.**

Неотъемлемой частью земельных ресурсов являются *почвы, плодородие* которых обеспечивает выполнение землей важнейшей функции первичного фактора производства. Почвенный покров или *педосфера*, по определению В.А.Ковды – это общемировая биоэнергетическая и биохимическая система, способная к саморазвитию и саморегуляции, обеспечивающая существование и воспроизводство живых организмов. Именно эти черты почвенного покрова обуславливают плодородие естественных и антропогенных экосистем.

Почва как элемент биосферы создает биохимическую среду для человека, животных и растений. Только почвой могут быть обеспечены полноценные условия для производства продуктов питания, корма для животных. Неотъемлемыми функциями почвы как природного тела являются накопление атмосферных осадков и регулирование водного баланса, концентрация элементов питания растений, образование и обеспечение чистоты подземных вод. Роль почвенных ресурсов в жизни общества определяется тем, что почва представляет собой основной источник продовольствия, обеспечивающий 95-97% продовольственных ресурсов для населения планеты.

Особое свойство почвы - ее **плодородие**, под которым понимается совокупность свойств почвы, обеспечивающих производство биомассы как естественных растительных сообществ, так и культурных.

Выделяют следующие виды плодородия: *естественное, искусственное и экономическое*. Естественное (природное) плодородие – результат протекающих в течение многих тысяч лет геологических, климатических,

почвообразовательных процессов. Почвенный покров принадлежит к саморегулирующейся биологической системе, являющейся важнейшей частью биосферы в целом. Живые организмы, населяющие Землю, аккумулирует ежегодно большое количество солнечной энергии в ходе фотосинтеза и создания биомассы, трансформируясь в  $n \cdot 10^{10}$  т. органического вещества. Продуктивность наземных экосистем определяется тепловым и водным балансами земной поверхности. Большая часть синтезированного органического вещества вследствие его разложения возвращается в почву и воду. Естественное плодородие почвы зависит от запаса питательных веществ, содержащихся и возвращающихся в почву в результате биологического круговорота, а также от ее водного, воздушного и теплового режима. Почва обеспечивает потребность растений в водном и азотном питании, являясь важнейшим агентом их фотосинтетической деятельности. От естественного плодородия (наличия в почве питательных веществ и их доступности для растений, влаго- и воздухообмена) зависит продуктивность сельского хозяйства. Основная часть поверхности суши имеет почвы с очень низким природным плодородием. непригодность, малопригодность или неудобность для земледелия части суши может возникать по следующим причинам (в % от общей площади свободной ото льда суши):

- засушливость – 28%;
- ограничения по минеральному составу – 23%;
- малая мощность почв – 22%;
- переувлажнение – 10%;
- вечная мерзлота – 6%.

При этом почвы могут быть малопригодны сразу по нескольким признакам, поэтому общая площадь непригодных к использованию почв меньше, чем сумма приведенных выше показателей. По современным данным, пригодными к пахоте являются 22% общей площади суши [3].



Реализация естественного плодородия почв во многом зависит от уровня агрокультуры и развития производительных сил. Использование этих факторов позволяет увеличить первоначальное природное плодородие. Создается дополнительное плодородие, целиком зависящее от человека. Эта составляющая экономистами называется *искусственным плодородием*. Совокупность *естественного* ( $P_e$ ) и искусственного плодородия ( $P_{и}$ ) образует *экономическое плодородие* ( $P_э$ ), которое отражает имеющиеся возможности земли продуцировать биомассу:  $P_э = P_e + P_{и}$ .

*Количественно экономическое плодородие* находит выражение в производстве сельскохозяйственной продукции на единицу площади (*урожайности*) [1].

Для сравнительной оценки качества почв по плодородию при сопоставимых уровнях агротехники и интенсивности земледелия используют *бонитировку почв*. Она устанавливает относительную пригодность почв по основным факторам естественного плодородия для возделывания сельскохозяйственных культур, обеспечивая выделение агропроизводственных групп почв, подлежащих экономической оценке [4].

*Бонитировка* почв является логическим продолжением комплексных обследований земель и предшествует их экономической оценке. Основная цель бонитировки состоит в определении относительного достоинства почв по их плодородию, т.е. установлении, во сколько раз одна почва лучше или хуже другой по своим естественным и устойчиво приобретённым свойствам. Объект бонитировки - почва, охарактеризованная строго определёнными таксономическими единицами, установленными по материалам почвенного обследования.

Критериями *бонитировки* почв являются их природные диагностические признаки и признаки, приобретённые в процессе длительного окультуривания, влияющие на *урожайность* основных зерновых, технических и других культур, а при бонитировке кормовых угодий - влияющие на продуктивность сенокосов и пастбищ [5].

Одинаковые группы почв при бонитировке должны получить одинаковые показатели бонитета. Чтобы определить эти показатели, составляется шкала **бонитировки** почв, представляющая собой систему цифровых данных, соответствующих определённым значениям измеряемых величин природных показателей по различным группам почв. При этом обычно составляется две шкалы: одна - по свойствам почв, вторая - по урожайности.

К числу основных диагностических признаков относятся: мощность гумусового горизонта, процентное содержание гумуса, ила и физической глины в почве, валовые запасы гумуса, азота, фосфора и калия в почве, механический состав, кислотность, сумма поглощённых оснований, степень насыщенности почвы основаниями и др. Выбор диагностических признаков производится по каждому земельно-оценочному району на основании всестороннего изучения почвенного покрова, данных об урожайности сельскохозяйственных культур и определения влияния отдельных факторов почвы на **урожайность** сельскохозяйственных культур [6].

**Бонитировка** почв в границах земельно-оценочного района производится в такой последовательности:

- 1) определение средних значений показателей, характеризующих отдельные признаки и свойства почв;
- 2) определение средней многолетней урожайности основных сельскохозяйственных культур на различных почвах;
- 3) выбор основных диагностических признаков;
- 4) составление шкалы бонитировки почв по естественным свойствам и урожайности основных сельскохозяйственных культур.

Для определения средних значений показателей по отдельным почвам производят всестороннее изучение материалов комплексного обследования и выбор фактических данных по показателям этих почв. При этом применяют расчетный метод, который базируется на использовании эмпирических

формул, выражающих прямую зависимость между функциональными и результативными величинами.

Полученные данные по отдельным признакам естественных свойств почвы и урожайности основных сельскохозяйственных культур используются для составления предварительных шкал бонитировки почв.

Кроме того, для учёта влияния на *плодородие* почв таких свойств и признаков, как засоление, солонцеватость, скелетность, оглеение в баллы бонитетов почв вводят поправочные коэффициенты. Вычисленные баллы бонитета сводятся в шкалы, которые подлежат утверждению и используются для бонитировки почв в хозяйствах земельно-оценочного района.

#### **5.1.4. Проблемы деградации почвенного покрова.**

Важнейшей проблемой современности является сохранение почвенного покрова, сохранение плодородия почв, которое заметно уменьшается. Потенциально почвы можно рассматривать как возобновимый природный ресурс, так как в почвах постоянно идут процессы почвообразования, которые в естественных условиях компенсируют потери, связанные со смывом верхнего горизонта. Но скорости природных процессов, протекающих в почве, и скорости антропогенных процессов, возникающих при использовании почв, различаются в десятки раз. Поэтому почвы сельскохозяйственных земель в большинстве случаев становятся невозобновимым ресурсом. Интенсивное использование почв приводит к ухудшению их природных свойств, т.е. к деградации. По определению Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП), *деградация почв – антропогенный процесс снижения способности почв обеспечивать существование людей*. Уменьшение естественного плодородия выражается в сокращении гумусового горизонта и уменьшении содержания гумуса в почве, связанные с тем, что в большинстве регионов мира наблюдается природоёмкий тип ведения хозяйства, определяемый суженным воспроизводством естественного плодородия.

*Деградация* почв складывается из множества локальных проблем, которые в итоге создают одну из самых важных глобальных проблем современности. Количественно оценить деградацию почв методически сложно как из-за невозможности установления временной точки отсчета, фиксирующей начало *деградации*, так и из-за сложности определения единого показателя степени *деградации*. Деградацию характеризуют как «ползучую», как процесс, постепенно и потому незаметно ухудшающий состояние почв.

Глобальная оценка *деградации* почв (Global Assessment of Soil Degradation - GLASOD), выполненная ЮНЕП (1990 г.) указывает на то, что только малонаселенные районы бореальных лесов и пустынь не затронуты антропогенной деградацией почв. Та или иная степень деградации, активно развивающаяся в последние 50 лет отмечается на шестой части покрытой растительностью территории, 15% сельскохозяйственных земель относятся к категории «сильно деградировавших». Это почвы, у которых исходные биотические функции – превращать биогенные вещества в формы, ассимилируемые растениями - разрушены и они уже не продуктивны. Они столь сильно деградировали, что их восстановление невозможно или экономически нерентабельно. Например, восстановление богарных почв в США обходится в 4000 долларов за гектар. Другая часть деградировавших почв (46%) относится к категории умеренно деградировавших. Эти две категории составляют более половины пахотных земель мира.

*Деградация* почв происходит вследствие разных причин антропогенного. На первом месте стоит водная и ветровая эрозия, она распространена на 84% деградировавших земель. К другим процессам относят ухудшение структуры почвы, ее техногенное загрязнение, засоление, *заболачивание и подтопление*. Площадь и степень деградации почв по данным GLASOD приведены в таблице 5.3.

## Площадь и степень деградации почв мира [7]

Типы и степень деградации почв	Площадь	
	Млн.км <sup>2</sup>	%
<i>Тип:</i>		
Смыв и разрушение водной эрозией	10,9	56
Развевание и разрушение ветровой эрозией	5,5	28%
Химическая деградация (обеднение гумусом и биогенами, засоление, загрязнение, закисление и т.д.)	2,4	12
Физическая деградация (переуплотнение, заболачивание, просадки)	0,8	4
Всего	19,6	100
<i>Степень</i>		
Слабая	7,5	38
Умеренная	9,1	46
Сильная	3,0	15
Очень сильная	0,1	0,5

*Водная эрозия почв* — это естественный геоморфологический процесс, неотъемлемое звено как глобальных биогеохимических циклов, так и глобального цикла денудации-аккумуляции. Наибольшие величины естественной водной эрозии вне горных территорий наблюдаются в зонах полупустынь и степей. Здесь количество осадков, составляющее около 250-500 мм в год, еще достаточно велико, чтобы обеспечить размыв и смыв почвы, а естественная растительность уже не полностью защищает почву от воздействия дождевых капель. Наименьшие величины естественной водной эрозии характерны для тех ландшафтных зон, где сплошная, зачастую многоярусная растительность защищает поверхность почвы от размыва (в зонах влажных лесов), или где осадков недостаточно для заметного смыва (зоны пустынь). Распределение естественной водной эрозии почв в мире в целом подчиняется закону географической зональности.

Максимум естественной *ветровой эрозии* располагается в аридных зонах (полупустыни и пустыни). Общая площадь территории, подвергающаяся необратимым изменениям вследствие ветровой эрозии, невелика, но локальный эффект этого процесса весьма серьезный.

При превращении природной экосистемы в пашню условия для эрозии резко меняются. Поверхность почвы становится слабо прикрытой растительностью, а значительную часть года и вовсе голой. При распашке земель в лесной зоне величина эрозии увеличиваются на два-три порядка, а при преобразовании открытого (нелесного) ландшафта — на один-два порядка. Поэтому при сельскохозяйственном освоении территорий эрозия почв резко увеличивается и затем остается на высоком уровне.

Данные по основным сельскохозяйственным регионам мира свидетельствуют о значительных темпах деградации почв даже в высокоразвитых странах с высоким уровнем агрокультуры.

Так, в США за последние 200 лет смыто около трети верхнего слоя почвы и естественное плодородие сократилось на 10-15%. Около двух третей пашни США нуждаются в защите от эрозии. Почвенная эрозия в США уносит приблизительно вдвое больше биогенных веществ, чем их вносится в почву в виде удобрений. Около половины наносов рек США обязаны своим происхождением эрозии почв [3].

Еще хуже складывается ситуация в развивающихся странах, где благоприятные для эрозии природные условия сочетаются, как правило, с низким уровнем противоэрозионной агротехники. На о.Ява, например, потери плодородия почв в результате эрозии за последние 10-15 лет составляют около 4% в год. В Зимбабве эрозия уносит втрое больше биогенов, чем их вносится ежегодно с удобрениями.

Расчеты влияния сельского хозяйства на водную эрозию почв мира показали, что с полей смывается ежегодно не менее 90 млрд. тонн почвы, а твердый сток рек мира оценивается в 20 млрд. т в год. В настоящее время водная эрозия почв в пять раз больше, чем она была при ненарушенных

земледелием условиях. Объем смытой почвы содержит больше фосфора, чем все производство фосфорных удобрений в мире за год [3].

Главные потенциальные резервы земельных ресурсов под пашню располагаются в тропических и экваториальных районах. Расширение площади пашни приводит здесь к значительному росту эрозии почв. Здесь по сравнению с доземледельческим периодом эрозия уже увеличилась в 8 раз, и при условии использования всех доступных земельных ресурсов может вырасти еще в 24 раза. В 33 раза по сравнению со временем до начала земледелия увеличилась эрозия в районах достаточного увлажнения умеренного пояса, где по климатическим условиям изначально произрастали леса и где площадь пашни весьма велика.

Геоморфологические и геологические исследования подтверждают ведущую роль земледелия в увеличении эрозии почв и стока наносов. На юго-востоке Украины в балках, не имеющих постоянного стока воды, отмечены значительные отложения наносов, аккумулярованные 100-150 лет тому назад, то есть во времена земледельческого освоения южных степей. Анализ кернов осадков в Черном море показал, что средняя скорость осадконакопления в период 7000-2000 лет тому назад составляла 90 млн. т в год. Затем скорость накопления увеличилась до 250 млн. т в год, причем она была наибольшей в 10-15 вв., когда происходила наиболее активная вырубка лесов и распашка в бассейне Дуная.

*Химическая деградация.* В отличие от природных ландшафтов, в сельскохозяйственных ландшафтах происходит нарушение естественного, практически замкнутого баланса биогенов. Скорость выноса питательных веществ из агроландшафтов на 1-3 порядка больше, чем в природных системах, причем, чем выше урожай, тем относительно больше интенсивность выноса. Следовательно, даже если первоначальный запас питательных веществ в почве и был значительным, в агроландшафте он может израсходоваться сравнительно быстро. Например, в мире с урожаем зерна выносятся около 40 млн. т азота в год, или примерно 63 кг азота на 1 га

площади зерновых. Отсюда следует необходимость применения удобрений для поддержания плодородия почвы и повышения урожаев, так как при интенсивном земледелии без удобрений плодородие почвы снижается уже на второй год. Обычно применяются азотные, фосфорные и калийные удобрения в различных формах и сочетаниях, в зависимости от местных условий. Среднее мировое использование удобрений составляет 83 кг на 1 га пашни, при этом в Нидерландах применяется от 820 до 560 кг/га, а в странах Африки от 21 кг/га до 5 и менее кг/га (данные на 1993 год) [3].

Наряду с положительными результатами, удобрения создают также экологические проблемы, в особенности в странах с высоким уровнем их применения. Концентрация нитратов в воде, стекающей с полей, обычно находится между 1 и 10 мг N/л, а с нераспаханных земель она на порядок меньше. Если уровень применения азотных удобрений не превышает 150 кг N/га в год, то в природные воды попадает примерно 10% от объема применяемых удобрений. При более высокой нагрузке эта доля еще выше. В особенности серьезна проблема загрязнения подземных вод после того, как нитраты попали в водоносный горизонт.

Зависимость сельского хозяйства от минеральных удобрений вызывает серьезные сдвиги в глобальных циклах азота и фосфора. Объем доступных для растений соединений азота вырос на 70% по сравнению с доиндустриальным периодом. Избыток азота изменяет кислотность почв, содержание в них органического вещества, что может привести к дальнейшему выщелачиванию питательных веществ из почвы и ухудшению качества природных вод.

Смыв фосфора со склонов в процессе почвенной эрозии составляет не менее 50 млн. т в год. Эта цифра сравнима с годовым объемом промышленного производства фосфорных удобрений. По другой оценке, в 1990 г. в океан было вынесено реками столько же фосфора, сколько было внесено на поля, а именно 33 млн. т. [7].



Зависимость величины урожая от объема применяемых удобрений в целом похожа для любой культуры: растение заметно реагирует на первые порции применяемых удобрений, при последующих порциях прирост урожая становится меньше, а затем уже прироста практически нет (кривая зависимости в этой области стремится к асимптоте). При дальнейшем увеличении нагрузки удобрениями может отмечаться и снижение урожая, что и наблюдается в ряде регионов. Вследствие этой причины, объем применения удобрений в мире не растет с 1990 г. В такой ситуации удобрения более не маскируют снижение плодородия почв, потому что они не могут заменить другие важные компоненты почвы как сложного природного тела: органического вещества, тонкой фракции почвы, водоудерживающей способности почвы, почвенной фауны беспозвоночных и микроорганизмов и пр.

Научно обоснованные стратегии сельского хозяйства должны исследовать возможности сокращения объема применяемых удобрений с целью поиска оптимального уровня их применения, а также включать такие компоненты, как корректная технология их применения и защита почв от эрозии.

Свой вклад в химическую деградацию почв вносит использование средств борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур, которые вызывают значительные потери урожая в мире. Иногда потери достигают половины урожая (в бывшем СССР — до 30-40 %, в США — 33%). Одно из основных направлений борьбы с вредителями — это применение химических веществ, называемых *пестицидами*. В США, например, необходимо бороться со 160 видами патогенных грибов и бактерий, 250 вирусов, 8000 насекомых и клещей, 2000 сорняков.

***Пестициды*** — это общее название для всех химических веществ, применяемых для борьбы с вредителями, а также и название для части веществ, применяемых против насекомых. Гербициды применяются для

контроля сорняков, фунгициды - против грибков, родентициды — против грызунов.

Но употребление пестицидов вызывает целый ряд серьезных проблем, которые связаны с тем, что практически все пестициды являются ксенобиотиками, то есть чуждыми для природы химическими соединениями.

По оценкам Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ) ежегодно в мире от применения пестицидов умирают 20000 человек и получают отравление около 1 млн чел., со значительными последствиями для здоровья. Многочисленные исследования однозначно свидетельствуют, что любое увеличение пестицидных нагрузок повышает частоту распространения самых различных патологий, ведет к увеличению заболеваемости (в особенности детей) не только посредством прямого поражения организма человека, но и путем подавления иммунной системы, нарушения процессов роста, развития и обмена веществ. Если применение пестицидов в мире будет возрастать, то можно ожидать соответствующего увеличения заболеваемости и смертности.

Воздействие пестицидов на природу столь же серьезно, как и воздействие их на человека. Каждый вид, численность которого подлежит регулированию, обитает вместе с сотнями видов, численность которых изменять нежелательно. Сплошь и рядом менее одного процента применяемых пестицидов достигает цели. Остальные 99% попадают в окружающую среду, загрязняя почву, воздух и воду и отравляя биоту, в том числе почвенные организмы, часто с непредсказуемыми последствиями. (Так, в пойменных почвах Нечерноземья насчитывалось до 300 дождевых червей на 1 кв. м, пропускавших сквозь свой кишечник ежегодно до 10 кг почвы. В настоящее время их численность сократилась в десятки и сотни раз.)

Наиболее страдающими от пестицидов группами животных оказываются (в порядке увеличения степени поражения): беспозвоночные, рыбы, птицы, млекопитающие, микроорганизмы. Внутренние водоемы

загрязняются пестицидами и продуктами их распада. Для экосистемы озера Мичиган подсчитано, что биоаккумуляция ДДТ приводит к его накоплению в рыбадных птицах в 180 тыс. раз большему, чем его концентрация в озерной воде.

Таблица 5.4.

Биогенная аккумуляция ДДТ в экосистеме озера Мичиган [5].

ДДТ в воде	- 0,014 мг/л
ДДТ в зоопланктоне	— до 5 мг/л
ДДТ в мелкой рыбе	-до 10 мг/кг
ДЦТ в крупной рыбе	- до 200 мг/кг
ДЦТ в рыбадных птицах	- до 2500 мг/кг

Последствия биоаккумуляции пока еще не полностью поняты и могут оказаться даже более опасными, чем это видится сейчас.

Другая серьезная проблема применения пестицидов в том, что вредители привыкают к пестицидам, это привыкание передается по наследству, снижая эффективность пестицидов и заставляя вводить в использование все новые и новые химические вещества. Это явление, *резистентность*, привело к тому, что более десятка массовых видов насекомых развили нечувствительность ко всем основным классам применяемых соединений. Резистентность к применяемым пестицидам вырабатывается через 10-30 поколений, так что в скором времени при современной стратегии применения пестицидов все основные вредители могут стать резистентными.

В долгосрочной перспективе большая часть применяемых химических веществ должна быть запрещена и заменена на биологические средства борьбы (или, скорее на интегрированные биологические, химические и другие средства защиты урожая). Однако немедленный запрет вряд ли возможен. На переходный период необходимо соблюдать несколько весьма

очевидных правил. Следует вспомнить старый закон медицины: «Если можешь, не вреди», то есть не применяй пестициды там, где не надо и когда не надо. Должны применяться пестициды с относительно коротким временем распада. Не следует стремиться к поголовному истреблению вредителя, что вряд ли возможно, а лишь к поддержанию его численности на заданном низком уровне. Поскольку менее 1% всех случаев смерти зарегистрировано в развитых странах, хотя в них применяется, 80% всего объема пестицидов, необходимо специальное обучение людей, работающих с пестицидами, в особенности в развивающихся странах [3].

*Засоление почв* связано чаще всего с орошением. Орошение применяется издавна, чтобы обеспечить повышенный и устойчивый урожай. Орошаемое земледелие возникло еще в древних цивилизациях. Однако истинное расширение орошения произошло в течение 20 века, когда площадь орошаемых земель в мире выросла в 5-6 раз. Наиболее интенсивный рост площадей орошения был в 1950-1960 гг., но затем он замедлился, а в некоторых странах, например в США, стал отрицательным. Прирост орошаемых площадей в мире в течение 20 в. превысил прирост численности населения и стал, таким образом, важным фактором в решении проблемы продовольствия.

Орошение – безусловное благо для человечества, но одновременно оно приносит серьезные проблемы. Естественный ландшафт трансформируется в искусственную инженерную систему, что приводит к очень глубоким преобразованиям состояния и режима территории. Ведущие процессы коренным образом изменяются: вместо малого количества воды, поступающей с атмосферными осадками, что характерно для засушливых областей, поле получает большое количество воды. В результате вместо непромывного режима возникает промывной режим, при котором происходит ежегодное, обычно многократное промачивание почвы, изменяются условия миграции химических соединений, а затем и физические свойства почвы.

Для большинства оросительных систем характерно непропорционально большое расходование воды с очень низким к.п.д. оросительной системы (отношение объема используемой растениями воды к объему забираемой воды). Он сильно варьируется, в зависимости от многих условий, но в целом можно сказать, что обычно находится в пределах 0,4-0,6. Высокое расходование воды, превышающее потребности растений, приводит к неблагоприятным экологическим последствиям. Главное из них — подъем уровня грунтовых вод, что приводит к **подтоплению или заболачиванию территории**. При подтоплении уровень грунтовых вод находится близко к поверхности почвы, а при заболачивании вода стоит на ее поверхности.

Соли, вымываемые из почвы, вместе с солями, находящимися в значительном количестве в грунтовых водах, оказываются в пределах почвенного профиля и вызывают засоление. Оно бывает неизбежно, если при строительстве оросительной системы не обеспечивается хороший дренаж почв, что не всегда делается для удешевления строительства.

Примерно четверть орошаемых площадей мира в той или иной степени засолена, и очень большие территории совершенно выведены из обращения как прошлыми цивилизациями, так и в результате хозяйствования последних десятилетий.

Развитие орошения, особенно в тропических странах, обычно сопровождается рядом социальных последствий. Одно из наиболее важных — рост болезней, связанных с переносчиками, таких, как малярия, шистосоматоз или онкоцеркоз. Другие последствия — это ухудшение качества питьевой воды и заболачивание (подтопление) населенных пунктов вследствие неэффективного управления орошаемыми массивами.

Проблемы орошения указывают на необходимость учета полной стоимости ирригации, которая бы включала не только затраты на строительство и эксплуатацию оросительных систем, но и стоимость ухудшения состояния окружающей среды, затраты на решение экологических вопросов и социально-экономических проблем. Такая полная

стоимость несмотря на очевидные трудности подобных расчетов помогла бы оценивать действительную эффективность проектов оросительных систем. Таким образом, орошение следует рассматривать не как привлекательный и недорогой способ увеличения производства продуктов сельского хозяйства, а, как и в случае с сельскохозяйственными химикалиями, как обоюдоострый меч, с которым надо обращаться с осторожностью, потому что он может принести как добро, так и зло.

**Физическая деградация** почв связана с их уплотнением в результате применения сельскохозяйственных машин, которые широко используются при технологически интенсивном сельском хозяйстве (где производится около половины продовольствия мира на одной пятой пахотной площади). Всего в мире в сельскохозяйственном производстве используется более 30 млн. тракторов, не считая комбайнов, плугов, сеялок и пр., а также грузовиков. Почти все эти машины очень тяжелые. Некоторые сельскохозяйственные машины превышают нагрузку допустимую даже на асфальтированные дороги.

В результате применения этой тяжелой техники происходит уплотнение почв, разрушается их структура, снижается пористость, ограничивается развитие корней растений и таким образом снижается плодородие почвы. Если эти процессы развиваются в верхнем слое почвы, то ситуация может быть скорректирована ежегодной вспашкой. Но все более интенсивное использование тяжелых машин приводит к уплотнению глубоких горизонтов почвы, что не может быть исправлено снятием нагрузки или вспашкой.

Один из самых быстротечных процессов современности, отражающихся на качестве земельных ресурсов, — **опустынивание**, которое ведет к падению и, в самых крайних случаях, полному уничтожению биологического потенциала Земли, т.е. создает условия, аналогичные условиям *естественной пустыни*.

Естественные пустыни и полупустыни, обусловленные климатическими причинами, занимают более 1/3 земной поверхности. На этих землях проживает около 15% населения мира. Пустыни — это территории с крайне засушливым континентальным климатом, обычно получающие в среднем всего 150-175 мм осадков за год. Пустыни как естественные образования играют определённую роль в общей экологической сбалансированности ландшафтов планеты.

В результате деятельности человека к последней четверти XX в. появилось ещё свыше 9 млн. км<sup>2</sup> пустынь и процесс их расширения охватил уже 43% общей площади суши. Около 1/6 населения мира страдает от этого процесса.

Проблема *деградации* почвенного покрова остро стоит и в России и основная часть процессов деградации почв по своему механизму и темпам развития аналогична мировым. При этом географическое распределение степени *деградации* неравномерное.

Значительная часть пахотных земель России располагается по склонам балок, речных долин, возвышенностей, предгорий и гор. На полях с уклоном поверхности свыше 2-3 градусов при непрерывной обработке развивается эрозия. Процессами водной эрозии у нас в стране затронуты десятки миллионов гектаров пашни. Это пахотные угодья на Среднерусской, Приволжской, Ставропольской возвышенностях, на склонах Кавказа.

В засушливых районах страны: в Ставрополье, Калмыкии, на юге Западной Сибири — развивается ветровая эрозия. В этих районах часто возникают пыльные бури, во время которых миллионы тонн плодородных почвенных частиц развеиваются на обширных пространствах сухих степей и полупустынь. В последние годы существования СССР с полей выносилось 100 млн. тонн гумуса и более 40 млн. тонн соединений азота, фосфора и калия в год. Это в полтора раза больше количества вносимых в почву удобрений, и, таким образом, потенциальное плодородие почвы неуклонно снижалось (3, 10).

В России преобладают следующие процессы *деградации* почв:

- снижение содержания гумуса (дегумификация); потери гумуса составляют в настоящее время в среднем около 0,6 т/га;
- обесструктуривание, в том числе уплотнение из-за использования тяжелой техники;
- водная эрозия;
- ветровая эрозия или дефляция;
- техногенное подкисление (выбросами промышленности и от удобрений);
- загрязнение пестицидами;
- промышленное загрязнение (вокруг крупных городов и мест горно-добывающей промышленности);
- деградация вечной мерзлоты;
- заболачивание и подтопление;
- вторичное засоление.

Особенно сильно ухудшилось состояние черноземных почв, на которых располагается 2/3 всей пашни России (табл.5.5)

Таблица 5.5

**Изменение содержание гумуса в пахотном слое (0-30 см) черноземов центральной части Русской равнины за 1881-1981 гг.[3]**

Год	1881		1981		Потери гумуса		
	Содержание, %	Запасы, т/га	Содержание, %	Запасы, т/га	За 100 лет, т/га	Среднее за год, т/га	За год, %
лесостепь	10-13	300- 330	7-10	210- 300	90	0,9	23-30
степь	7-10	221- 315	4-7	150- 263	52-71	0,5-0,7	17-32

За 100 лет интенсивной эксплуатации запасы гумуса сократились почти на четверть. Есть данные, что основная часть потерь приходится на



последние 30-40 лет в течение которых плодородный слой уменьшился на 10-15 см (9). Допущенное за последнее время снижение естественного плодородия почв соответствует недобору зерна в среднем по 10ц/га. Если взять за основу среднегодовую *урожайность* зерновых культур, то обеспечение только простого воспроизводства естественного плодородия позволило бы увеличить выход продукции с единицы площади больше, чем в 1,5 раза.

Значительных размеров достигло в России и промышленное загрязнение почв вокруг больших городов и крупных предприятий цветной и черной металлургии, химической и нефтехимической промышленности, машиностроения. Среднее содержание свинца, марганца, ванадия, меди, никеля, кобальта и других металлов в почвах превышает ПДК в несколько раз. Загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами в местах, связанных с ее добычей, переработкой, транспортированием и распределением, превышает фоновое в десятки раз.

Радиоактивные отходы суммарной активностью около 4 млрд. Кюри находятся в хранилищах, часть которых - это открытые бассейны, водоемы и приповерхностные захоронения. 60 тыс. га занято отвалами породы и шламом, образовавшимися при добыче и переработке урановых и ториевых руд и имеющими повышенный радиоактивный фон. Часть отходов атомной энергетики хранится на территории АЭС.

**Возможные пути сохранения почвенного покрова.** В настоящее время состояние земельных ресурсов и прежде всего почвенного покрова таково, что педосфера как основа живого вещества Земли, как основной источник продовольствия для быстро растущего населения мира находится под угрозой. *Дегградация* педосферы — одна из самых серьезных, долгосрочных геоэкологических проблем мира, потому что нигде более разрушение систем жизнеобеспечения Земли не зашло так далеко. При этом на фоне отдельных, очень острых локальных проблем *деградация* педосферы все еще не расценивается так, как она того заслуживает.

Возможно, это связано с тем, что посредством внесения удобрений и пестицидов, введением искусственного полива или же использованием новых машин можно временно поправить ситуацию, отложить или скрыть наступающий кризис. Но технологические вложения, лишь временно замещающие естественные факторы плодородия почв, еще более углубляют геоэкологические проблемы. Сами эти технологические приемы являются результатом экологически неблагоприятной промышленности или энергетики. В результате ресурсная база сельского хозяйства мира находится экологически в неустойчивом состоянии. Это в равной мере касается как экономически благополучных стран, так и стран третьего мира. Об острой экологической ситуации в США, где действует одна из самых эффективных Службой охраны почв, свидетельствует тот факт, что половина толщины почвенного слоя штата Айова, ведущего зернового штата, исчезла за последние 150 лет. Один мешок произведенного здесь зерна кукурузы уносит вследствие эрозии два мешка почвы. Поэтому достижения в земледелии Айовы все более основываются на технологии и все менее на естественном плодородии почв.

Четыре самые крупные сельскохозяйственные страны мира: США, Китай, Индия и бывший СССР – используя несколько меньше половины пахотных земель мира, дают более 50% общемировых потерь от эрозии и засоления почв.

Проблемы разрушения ресурсной базы сельского хозяйства все более переходят через национальные границы и становятся транснациональными. Например, животноводство Нидерландов в значительной степени зависит от производства корнеплодов (ямса, маниоки и пр.) в странах юго-восточной Азии, таких, как Индонезия или Таиланд. Интенсификация производства корнеплодов усиливается эрозии почв в странах-производителях и вызывает загрязнение воды и почвы в Нидерландах вследствие избытка навоза, превышающего естественную способность его переработки на голландской территории.

Сохранение ресурсной базы сельского хозяйства и обеспечения питанием растущего населения мира возможно только при переходе к экологически устойчивому сельскому хозяйству. Стратегия перехода весьма сложна и требует очень больших усилий даже для ее разработки. В сложной системе, какой является сельское хозяйство, элементы стратегии должны затрагивать как непосредственно сам почвенный покров, так и носить социально-экономическую направленность. К первоочередным стратегическим шагам относят эффективное управление численностью населения, оптимизацию качества питания взамен максимизации объема производства, устранение или снижение государственных субсидий сельскому хозяйству.

Элементами стратегии перехода к экологически устойчивому сельскому хозяйству является также введение **органического земледелия**, основанного на минимизации посторонних для природы агротехнических приемов, таких, как применение пестицидов или минеральных удобрений. Его также называют биологическим, или экологическим (organic, biological, ecological farming). В среднем такой метод ведения хозяйства приносит меньшие урожаи, но их продукты отличаются высокими питательными качествами. Вследствие более высоких цен на такие продукты органическое земледелие может приносить не меньше дохода, чем современное высокотехнологичное сельское хозяйство.

В настоящее время доля площади, обрабатываемой с применением органического земледелия, не превышает нескольких процентов даже в передовых странах, но отмечается определенная, хотя и слабая, тенденция к росту. В качестве переходной или компромиссной стратегии следует осуществлять снижение количества вносимых химических веществ и более эффективное их применение, а также более эффективное управление оросительными системами, применение менее тяжелой техники и т.д.

## **5.2. Лесные ресурсы мира.**

### **5.2.1. Общая характеристика лесных ресурсов.**

Лесные ресурсы, один из важнейших видов природных ресурсов, включают имеющиеся на территории страны запасы леса и недревесные ценности (кормовые, охотничье-промысловые ресурсы, плоды, орехи и ягоды дикорастущих растений, грибы, лекарственные растения). Леса являются главным механизмом регулирования и очистки водного стока, эффективным природным средством предотвращения эрозии, сохранения и повышения плодородия почв, наиболее емким резервуаром генетического разнообразия организмов, важным участником глобального круговорота кислорода и углекислоты, мощным средством очистки воздушного бассейна от загрязнения, глобальным фактором формирования климата. На планете около 90% общего запаса органического вещества сконцентрировано в лесах.

Леса - основной компонент природной среды и естественного регулирования подавляющего большинства протекающих в ней процессов, способствующий выживанию человечества, среда обитания животного мира и человека, являются одним из основных элементов рекреационного потенциала, служат сырьевой базой лесной и лесоперерабатывающей промышленности [11].

Лес представляет собой сложное многоярусное растительное сообщество в котором деревья, кустарники, кустарнички, травы, мхи, лишайники и грибы находятся в непрерывной взаимосвязи и взаимозависимости. Господствующий ярус образован деревьями с сомкнутыми кронами. Леса распространены там, где среднемесячные температуры самого теплого месяца превышают 10°C, а увлажнение достаточное или избыточное. Леса принято характеризовать по *видовому составу, плотности древостоя, продуктивности, доступности*. По *видовому составу* леса подразделяются на леса из лиственных пород с твердой древесиной и на леса из хвойных пород с мягкой древесиной. В промышленном отношении наиболее важны леса с мягкой древесиной, из нее

изготавливают до 75% всех пиломатериалов и более 80% составляет доля мягкой древесины в производстве целлюлозы. По плотности древостоя леса делятся на *сомкнутые и редкостойные*. В первых деревья покрывают не менее 20% площади. Редкостойные или «открытые леса» представлены редколесьями с преобладанием кустарников и подлеска. Они используются только как топливо. *Продуктивные леса*, по определению Лесного департамента ФАО ООН, это леса «физически способные давать урожаи деловой древесины», а *непродуктивные* – «леса, способные производить лишь топливную древесину». На основе экономической рентабельности освоения леса подразделяют также на *доступные и недоступные* [11].

Учет и оценка лесных ресурсов мира была начата в 1947 г., когда были получены некоторые общие показатели, характеризующие площади лесов и запасы древесины.

Начиная с 1980 г. раз в 10 лет ФАО проводится полная оценка лесов планеты – глобальная оценка лесных ресурсов (ГОЛР). ГОЛР должна быть всеобъемлющей и сопоставимой между отдельными странами и во времени, она должна отвечать потребностям пользователей, а доступ к ней должны иметь все заинтересованные стороны. Информация по ГОЛР собирается в виде вопросника, заполняемого каждой страной. Оценка лесных ресурсов, получаемая на основе анализа национальных данных, разработана таким образом, чтобы обеспечить получение информации по всем аспектам лесных ресурсов, т.е. не только о площади лесов, но и о категориях собственности и режиме управления, биологическом разнообразии и статусе охраны, функциях производства древесины и секвестрации углерода, состоянии лесов, а также о защитных и социально-экономических функциях лесов. Она также призвана обеспечить получение информации по количественным показателям устойчивого лесопользования, которая необходима в рамках обсуждения международной политики на глобальном и региональном уровнях.

Последняя ГОЛР была проведена в 2005 г.

Для количественной оценки лесных ресурсов используют несколько показателей: **лесная площадь** (площадь всех земель лесного фонда, включая, кроме собственно лесных угодий и площади кустарников, вырубок, гарей, свободные от древостоя, но подлежащие облесению участки, т.е. земли, официально относимые к лесному фонду), **лесопокрытая площадь** (площадь, непосредственно занятая лесами), **лесистость** (доля лесной площади во всей территории), **запасы древесины на корню** (объем древесины).

ФАО для приведения национальных данных к единому формату была разработана общая классификация земель лесного фонда, но в ряде стран, в том числе и в России, принята свои категории «лес» и «прочие покрытые лесом земли», что существенно осложняет подсчет мировых запасов леса (табл. 5.6.).

Таблица 5.6.

**Некоторые минимальные параметры, определяющие понятие «лес»**

Страна	Ширина участка (м)	Сомкнутость крон (%)	Площадь участка (га)
Бельгия	9	–	0,01
Дания	20	30	0,5
Германия	10	–	0,1
Финляндия	–	–	0,25
Франция	15	10	0,05
Австрия	10	30	0,05
Швеция	–	–	0,25
Испания	20	5	0,2
Великобритания	50	20	2,0
Россия	–	30*	1,0/8,0**

- относительная полнота
- \*\* минимальная площадь лесохозяйственного выдела; колеблется в зависимости от разряда лесоустройства от 1 (I разряд) до 8 га (III разряд)

Как видно из таблицы, минимальное значение площади, с которого начинается учет лесов как категории земель, колеблется от 0,01 (Бельгия) до 8 га (Россия, при III разряде лесоустройства). Во многих странах существуют еще и ограничения по ширине участка и сомкнутости крон. В России

основным критерием отнесения земель к покрытым лесом является относительная полнота – показатель, коррелирующий с сомкнутостью крон.

Лесами занято около 30% суши земного шара. Современное распределение лесных площадей сложилось в результате длительной эволюции растительного покрова и хозяйственной деятельности. Это привело к существенным диспропорциям в размещении лесных ресурсов. Самыми большими запасами лесов обладает Евразия (40% мировых лесов и 42% общего запаса древесины). По геоботаническим особенностям выделяют 5 основных лесных поясов: *хвойные бореальные леса умеренного пояса, смешанные суббореальные леса умеренного и субтропического поясов, постоянно-влажные экваториальные леса, тропические сезонновлажные лиственные леса и тропические субаридные сухие леса* [12].

Наибольшим ресурсным значением обладают *хвойные бореальные леса умеренного пояса Евразии и Северной Америки*. Они обладают первоклассными древостоями (ель, сосна, лиственница, кедр, пихта) с мягкой древесиной. Леса представлены в основном спелыми древостоями в возрасте свыше 80 лет.

*Смешанные суббореальные леса умеренного и субтропического поясов* отличаются различной сохранностью. Широколиственные леса Европы (бук, дуб с примесью ясеня, граба, клена и липы), отличавшиеся высокой продуктивностью были сведены еще в 18 веке. Современная лесистость большей части Европы мала в среднем 22% (Великобритания -8%, Ирландия -4%). *Влажные муссонные леса Азии*, отличающиеся большим видовым разнообразием практически давно сведены, а современные леса – искусственные насаждения из наиболее ценных пород (куннингхемии, тунга, кипарисов, эвкалиптов и бумажного дерева). В Северной Америке, широколиственные леса (из многочисленных видов дубов, вязов, ясеней, кленов, гикори, тсуги) сохраняются на востоке США. На западе США сформировался особый лесорастительный регион (Береговой хребет, каскадные горы и Сьерра-Невада) с самыми продуктивными на планете

хвойными и смешанными лесами из дуглассии, тсуги западной, туи гигантской, ситхинской ели, калифорнийской пихты, достигающих высоты от 75 до 115 м и объема до 200 м<sup>3</sup>. Наиболее ценные субтропические леса произрастают также на юге Южной Америки (Аргентина, Чили, Уругвай). Наиболее ценные вид – нотофагус, достигает высоты 80 м. Одними из самых продуктивных в мире лесов являются субтропические влажные леса Австралии, состоящие из эвкалиптов. Высота деревьев достигает 150 лет, их древесина имеет высокие технические качества.

*Влажные экваториальные леса* отличаются сложной многоярусной структурой, большим видовым разнообразием, обилием лиан и эпифитов, что затрудняет их разработку и вывоз древесины ценных пород. Главные районы распространения – бассейн Амазонки, впадина Конго, северное побережье Гвинейского залива, Цейлон, Малайский архипелаг, западные районы Индостана и Индокитая. Большая часть влажных тропических лесов сохранилась в Южной Америке – 56% при средней лесистости 38%. В гилее Амазонии разрабатывают красное дерево пау бразил, бетабаро, табебуйя, бальсовое дерево с наилегчайшей древесиной, колумбийский махагони. В отличие от бразильских, африканские леса сохранились значительно хуже. Сомкнутые продуктивные древостои занимают здесь не более 7,5% территории. В Западной Африке сомкнутые леса исчезли совсем. В Африканской гилее эксплуатируется более 40 пород, среди которых эбеновое дерево, африканский махагони, красное дерево, терминалия.

В тропиках Азии сомкнутые леса занимают 17%, концентрируясь в Индонезии (лесистость 57%), на Новой Гвинее (74%), Мьянме (47%). В то же время ряд регионов практически лишен лесов (лесистость Бангладеш -2%, Пакистан – 3%, Индия -12%). Для региона характерны низкие приросты – до 3 м<sup>3</sup>/год при потенциально возможных 8-10 м<sup>3</sup>/год, что свидетельствует о сильно нарушенном состоянии этих лесов.

*Тропические сезонновлажные леса* сохранились гораздо хуже влажных экваториальных, так как на протяжении многих веков они вовлекаются в



систему подсечно-переложного земледелия и периодически вырубается. Наилучшая сохранность этих лесов в Южной и Юго-Восточной Азии, где господствуют тиковые, саловые и смешанные леса. Тик и сал – ценнейшие древесные породы с очень прочной и красивой древесиной, устойчивой к гниению, высокими огнепрочными и водоотталкивающими свойствами. Разрабатываются также дальбергия (розовое дерево), птерокарпусы, черное эбеновое дерево, сандаловое дерево, терминалия.

*Тропические субаридные сухие леса (саванновые леса)* представлены ксерофитными редкостойными лесами. В которых низкорослые деревья чередуются с кустарниковым подлеском. В Азии господствуют различные виды акаций, пальма пальмира, бутея с примесью сандала, тика, бамбука и униби. В Африке саванновые леса представлены баобабами, местными акациями, баугинией, терминалией, мимозами и кофейными деревьями. В Центральной и Южной Америке ксерофитные леса представлены местной акацией и такими ценными породами как красный квебрахо, альгарроба, пальма карнауба, пальма бабасу. Австралийские леса образованы эвкалиптами, местными видами мимоз и акаций. Субаридные древостои характеризуются медленным ростом и плохой восстанавливаемостью, что обуславливает их высокую уязвимость. Кроме того, эти регионы имеют высокую плотность населения, древесина используется для топлива, и в здесь сохраняется подсечно-огневая и подсечно-переложная системы земледелия. Все эти факторы определяют быструю деградацию и уничтожение субаридных лесов.

Перечисленные лесные пояса, обобщая их с позиций использования лесных ресурсов, объединяют в два лесорастительных пояса – *северный и южный*. Северный занимает 2 млрд га (под сомкнутым древостоем 1,6 млрд га и под редколесьем – 0,4 млрд.га). По запасам древесины лидирующие позиции занимает в этом поясе Россия, Канада и США. Хвойными лесами в этом поясе занято 67%, а лиственными – 33%. Видовое разнообразие этих

лесов невелико, прирост небольшой (хвойные леса России – 1,3 м<sup>3</sup> на 1 га, Финляндия – 2,3 м<sup>3</sup>, США – 3,1 м<sup>3</sup>) [11].

*Южный пояс* занимает площадь также примерно 2 млрд. га, на 97% он представлен широколиственными лесами. Половина площади приходится на высокоствольный, остальная – на разреженные леса, кустарники и перелог. Годовой прирост и средний запас древесины здесь значительно выше, поэтому и общие запасы древесины существенно выше. Лидирующие позиции в этом поясе занимают Бразилия, Демократическая республика Конго, Папуа Новая Гвинея [12, 13].

Общая площадь лесов суши характеризуются следующими данными (табл.5.7.).

Таблица 5.7.

**Страны с наибольшей площадью лесов (по данным ГОЛР 2000 г.)**

Страна	Площадь суши (тыс. га)	Площадь лесов			
		тыс. га	в % к		на душу населения (га)
			итоги по миру	площади суши	
Россия	1 688 851	851 392	22,0	50,4	5,8
Бразилия	845 651	543 905	14,1	64,3	3,2
Канада	922 097	244 571	6,3	26,5	7,9
США	915 895	225 993	5,8	24,7	0,8
Китай	932 743	163 480	4,2	17,5	0,1
Австралия	768 230	154 539	4,0	20,1	8,3
Демократическая Республика Конго	226 705	135 207	3,5	59,6	2,7
Индонезия	181 157	104 986	2,7	58,0	0,5
<b>Весь мир</b>	<b>13 063 900</b>	<b>3 869 455</b>	<b>100,0</b>	<b>29,6</b>	<b>0,65</b>

### 5.2.2. Современные проблемы лесопользования.

До недавнего времени леса являлись в общественном сознании лишь как источник получения древесины и других биологических ресурсов. Сведение лесов тесно связано с ростом численности населения и преобразованием лесных территорий для различных нужд. *Исчезновение лесов по естественным причинам или в результате хозяйственной деятельности человека называется обезлесение (обезлесиванием).* Антропогенное

обезлесения началось с возникновением земледелия и по некоторым оценкам, за последние десять тысяч лет человек уничтожил 26 млн. км<sup>2</sup> лесов. Леса гибнут также от воздействия пожаров, насекомых-вредителей и болезней, неблагоприятных погодных условий и других причин. Лесистость суши за время становления и развития человеческой цивилизации уменьшилась более чем вдвое.

Начало сведению лесов было положено древними речными цивилизациями Передней Азии, Индии и Восточного Китая, а в античное время - Средиземноморья. До 7 века в Европе леса занимали до 70% площади. Промышленная революция 17-19 веков вызвала усиление процесса лесопотребления и привела к **обезлесению** Европы, Северной Америки и затронула другие регионы. Так, леса США (без Аляски), занимавшие в период заселения страны европейцами 384 млн. га, к середине 20 в. сохранились на площади 262 млн. га, причём товарных лесов имеется не более 200 млн. га. В некоторых развивающихся странах в период их колониального положения шла столь безудержная рубка деревьев ценных пород, что среди малоценных лесных зарослей осталось по несколько крупных деревьев на 1 га. Только за 1850-1980 гг. площадь лесов Земли сократилась на 15%. [11]. В документах 7-го (1972) мирового лесного конгресса отмечается опасность усиления недостатка лесного сырья. Под влиянием этого во многих странах усилилось внимание к восстановлению и разведению лесов, к созданию различных плантаций быстрорастущих древесных пород и пр., а также к проблемам сбережения лесов.

Сейчас леса планеты стали рассматриваться как один из глобальных факторов обеспечения устойчивого развития человечества и экологической безопасности его жизнедеятельности. Многообразная роль лесов хотя теперь и признается в декларациях правительств и объединений лесопромышленников, поддерживается общественным мнением, все же в основе лесной политики многих стран продолжают доминировать интересы выгоды, связанные с эксплуатацией лесных ресурсов, а не интересы

сохранения окружающей природной среды и защиты биологического разнообразия.

В настоящее время человечество использует для своих нужд около 55% годичного прироста древесины в лесах. Каждую минуту Земля теряет около 30 га лесов, а площадь тропических лесов сокращается примерно на 1% в год. Главными причинами сведения лесов, наряду с ростом потребностей в деловой древесине, остаются по-прежнему необходимость увеличения площадей сельскохозяйственного назначения, использование древесины для топлива, а также для промышленного, селитебного и транспортного строительства.

Около половины добываемой древесины сжигается в виде топлива. Преобладающая часть этого объема приходится на страны тропического и экваториального пояса. На первом месте по заготовке дров и древесного угля стоит Азия (45%), на страны Африки приходится 24%, Латинской Америки – 18%, на долю Европы, Северной Америки и Австралии приходится по 4%.

Древесное сырье служит для изготовления более 20 тыс. различных видов продукции.

Соотношение потребления древесины и величина ежегодного прироста в основных лесопроизводящих регионах различна. Долгое время основными районами лесоразработок был северный лесной пояс, леса Европы и Северной Америки. В конце XX века эпицентр добычи древесины переместился в южный лесной пояс. В экономических развитых странах, находящихся в пределах северного лесного пояса, благодаря рациональному ведению лесного хозяйства, несмотря на значительный уровень лесоразработок, положение с воспроизводством лесных ресурсов стабилизировалось и оценивается как благополучное. Лесные площади в Западной Европе и Северной Америке увеличиваются, и прирост древесины превышает объемы ежегодных рубок.

Иная ситуация складывается в южном лесном поясе, за счет которого теперь удовлетворяются как основные местные потребности в древесине, так

и потребности развитых стран. Еще в начале 1980-ых годов общая площадь тропических лесов оценивалась в 2 млрд. га (Америка -53%, Азия -36%, Африка -32%), к концу века она сократилась на 30%, при ежегодной скорости сокращения, по оценкам ООН, сначала в 11 млн.га, а затем 17 млн.га в год. Наибольшие объемы производства древесины в Азии составляют 65% суммарного экспорта пиломатериалов развивающихся стран, на долю Латинской Америки и Африки приходится примерно по 17%. Таким образом, экономически развитые страны не испытывают трудностей в древесине, покрывая свои потребности как за счет собственных ресурсов, так и за счет импорта, экспортируя готовую продукцию (табл.5.8.. Основная часть развивающихся стран не в состоянии удовлетворить своих потребностей в древесине без перерубов и крайнего истощения национальных лесных ресурсов.

Общемировой тенденцией является неуклонный рост спроса на древесину, технические и пищевые ресурсы, а также социальные и средозащитные полезности леса. Причем в последние 30-40 лет темпы роста спроса на социальные и средозащитные полезности леса опережают рост спроса на лесосырьевые ресурсы.

Согласно прогнозам, разработанным ФАО ООН, ЕЭК ООН, Международным институтом прикладного системного анализа, а также специалистами отдельных стран (США, Канада, Япония, КНР, Швеция, Финляндия и др.), спрос на пиломатериалы, целлюлозно-бумажные товары, листовые древесные материалы и другие изделия из древесины в обозримой перспективе будет неуклонно расти. Так, согласно прогнозу ФАО ООН, потребление пиломатериалов в мире к 2010 г. в сравнении с 1996 г. возрастет на 17%, бумаги и картона - на 39, листовых древесных материалов - на 20, товарной целлюлозы - на 16, промышленной древесины - на 26%.

В отдельных странах, таких как Китайская Народная Республика, вследствие высоких темпов экономического развития темпы роста потребления лесных товаров будут значительно выше.

Таблица 5.8.

**Объемы лесопромышленного производства по странам мира, 2002 г.**

Страна	Вывозка древесины, млн м <sup>3</sup>	Пиломате- риалы, млн м <sup>3</sup>	Фанера, млн м <sup>3</sup>	ДСП, млн м <sup>3</sup>	ДВП, млн м <sup>3</sup>	Бумага и картон, млн т
США	481,1	87,3	16,4	20,8	6,7	81,5
Канада	176,7	47,7	2,3	10,7	1,4	19,8
Бразилия	236,4	23,1	2,5	1,8	1,0	7,4
Китай	284,9	8,5	9,9	3,5	5,7	37,9
Япония	16,2	15,5	2,8	1,3	0,9	30,7
Индия	296,2	7,9	0,1	0,1	0,1	4,0
Индонезия	119,2	6,4	7,3	0,2	0,4	7,0
Нигерия	69,1	2,0	0,1	0,04	-	0,02
Германия	39,5	16,2	0,3	9,0	3,3	17,9
Франция	38,8	10,7	0,5	3,4	1,0	9,6
Финляндия	52,2	12,8	1,1	0,4	0,1	12,5
Швеция	62,8	15,8	0,1	0,6	0,2	10,5
Италия	7,4	1,6	0,4	3,2	1,3	8,9
Австрия	13,5	10,2	0,2	2,1	0,2	4,3
Россия	92,8	22,0	1,8	2,7	0,1	5,9

Уменьшение площади лесных массивов ведет к негативным процессам, имеющим глобальное значение: эрозии почв, сокращению разнообразия растительного и животного мира, деградации водных бассейнов, увеличению содержания углекислого газа в атмосфере, снижению количества промышленной и топливной древесины, а в конечном итоге – к уменьшению потенциала жизнедеятельности человечества.

Одновременно с обезлесением планеты наблюдается процесс деградации лесов, проявляющийся в снижении продуктивности лесных ресурсов, сокращении видового, структурного и генетического разнообразия лесных сообществ, уменьшении количества биомассы (табл. 5.9 и 5.10).

Таблица 5.9.

**Среднегодовое изменение площади лесов за 1990–2000 гг. (млн. га)**

Тип леса	Обезлесение	Лесовозобновление	Изменение
Тропические леса	-14,2	+1,9	-12,3
Остальные леса	-0,4	+3,3	+2,9
Итого по миру	-14,6	+5,2	-9,4

Таблица 5.10.

**Изменение площади лесов по регионам в течение 1990–2000 гг.**

Регион	Площадь лесов (млн. га)		Среднегодовое изменение площади лесов (млн. га)	Площадь лесов в % к итогу по миру	Лесистость, %
	1990 г.	2000 г.			
Африка	703	650	-5,3	17	22
Азия (без учета России)	551	548	-0,4	14	18
Европа (включая всю Россию)	1030	1039	0,9	27	46
Северная Америка	555	549	-0,6	14	26
Южная Америка	923	886	-3,7	23	51
Океания	201	198	-0,4	5	23
Итого по миру	3963	3869	-9,4	100	30

Процессы сокращения площади лесов и их деградации стали международными проблемами, требующими совместного решения всеми странами мира. Выражая общую обеспокоенность судьбой леса, ООН провозгласила 21 марта Международным днем леса. Ведущей тенденцией в программах как международных, так и национальных организаций стала разработка *концепции устойчивого управления лесами*. Задачей устойчивого управления лесами состоит обеспечении удовлетворения текущих нужд в лесных ресурсах нынешнего поколения без утраты способности будущих поколений удовлетворить свои. Эта концепция в контексте управления лесами подразумевает использование инновационных стратегий для сохранения биоразнообразия, соблюдение баланса между лесопользованием в различных целях и поддержание здорового состояния лесных экосистем, сохранение эстетической, исторической, духовной и других ценностей земель [14].

Устойчивое лесоводство предполагает создание водоохранных зон; лесовосстановление после рубок; сохранение объема лесных территорий; сохранение ключевых мест обитания растений и животных; борьбу с привнесенными видами растений и вредителей.

Оно сочетает в себе восстановление, выращивание и поддержание урожайности леса с его хозяйственным использованием, с проведением

мероприятий по сохранению почвы, воздуха и воды, сред обитания дикой флоры и фауны, эстетической ценности ландшафта. Устойчивое лесоводство требует планирования, при котором должно учитываться все многообразие аспектов проблемы.

Понятие *устойчивого управления лесами* развивалось постепенно, с начала 19 века. Эксплуатация лесов в 19 и в начале 20 века происходила исключительно в потребительских целях, мысли о будущем мало волновали лесопользователей того времени. Основными проблемами лесоводства заключались в неконтролируемой вырубке лесов и распространении лесных пожаров. Стимулом для возникновения движения по охране лесов стала большая скорость сокращения леса и его последствия. Сегодня это проблемы, связанные с загрязнением воздуха, расширением городов, рекреационным использованием лесов и нашествием насекомых-вредителей. Несмотря на то, что за последние 30 лет принято много законов в области охраны окружающей среды, нельзя сказать, что хотя бы один из них был идеальным.

В связи с переходом на устойчивое лесопользование и развитие лесного хозяйства, прогнозы развития лесного сектора экономики США, Канады, Финляндии, Швеции, Германии и других стран однозначно предусматривают опережающие темпы роста спроса на нерыночные ресурсы и услуги, такие, как водоохранная и водорегулирующая, почвозащитная функции, углерододепонирующая способность лесных насаждений.

В отдельных странах, например, в Германии, разработаны долгосрочные программы перехода на устойчивое лесопользование и развитие лесного хозяйства. Соответствующие требования многоресурсного лесопользования и воспроизводства лесных ресурсов обязательны к выполнению всеми собственниками лесов. В случае, если выполнение этих требований связано с существенными дополнительными затратами и



упущенной выгодой, частные лесовладельцы получают компенсацию из государственного бюджета.

Во всех развитых странах лесовладельцы обязаны обеспечивать качественное воспроизводство лесных ресурсов, причем в целях обеспечения устойчивого лесопользования и развития лесного хозяйства основное внимание уделяется регулированию естественных процессов развития лесных экосистем.

Между развитыми странами мира заключаются межправительственные соглашения, предусматривающие прогрессирующий рост доли использования вторичных ресурсов для производства целлюлозно-бумажных товаров. Нарушение этого соглашения влечет за собой санкции в виде бойкота экспорта лесных товаров провинившейся страны.

Общей тенденцией для развитых стран является растущее влияние общественных организаций на регулирование лесопользования. В таких странах, как США и Канада общественные организации стали предъявлять лесовладельцам более жесткие требования к экологизации лесопользования, чем этого требует действующее лесное законодательство.

Для контроля за лесопользованием в развитых странах вводят *лесную сертификацию*. Практику *лесной сертификации* еще нельзя назвать общепринятой, это недавно возникшая необходимость, связанная с переменой отношения к лесным ресурсам и базирующаяся на принципах устойчивого лесопользования. *Лесная сертификация* в тех странах, где она уже применяется, базируется на опыте проведения сертификации в других секторах рынка. Лесная сертификация предполагает, что организация-лесопользователь получает сертификат о том, что лесопользование ведется в соответствии со стандартами ответственного и устойчивого лесопользования, а конечный потребитель лесных ресурсов берет на себя обязательства приобретать лесное сырье только у тех производителей, которые ведут лесопользование в соответствии со стандартами устойчивого

лесопользования. Применение концепции лесной сертификации включает две основные составляющие: разработка стандартов программ устойчивого лесопользования и процедуры исполнения стандарта в процессе управления лесохозяйственной деятельностью. Последние включают сертификацию, аккредитацию, лейбеллинг и процедуры управления [15].

Многие развивающиеся страны также вводят более жесткие нормативы правового и экономического регулирования лесопользования, например, ограничения по способам и технологии проведения рубок главного пользования, по трансформации лесных земель под другие виды землепользования. При этом существенно ограничиваются права частных лесовладельцев.

### ***5.2.3. Лесные ресурсы России.***

По обеспеченности лесами Россия занимает первое место в мире, обладая примерно 1/5 мировых запасов древесины. Лесистость Российской Федерации составляет 45,4%. Это предопределяет глобальное значение лесов России не только как источника сырья для многих отраслей промышленности, но и как неотъемлемого компонента биосферы, влияющего на кислородный и углеродный баланс планеты и во многом создающего условия жизни на Земле. Леса распределены по территории страны неравномерно, что определяется климатическими факторами и антропогенным воздействием. Наибольшие значения лесистости (более 80%) отмечены в подзоне средней тайги Пермской области, Республики Коми и Центральной Сибири. Малолесные районы (лесистость менее 1%) расположены в аридной зоне Европейской территории России (Республика Калмыкия, части Ставропольского края, Астраханской, Ростовской и Волгоградской областей) (рис.5.3).



Рис5.3.. Лесистость территории Российской Федерации, %

Леса России по преимуществу бореальные. Основные лесообразующие породы в лесном фонде Российской Федерации: лиственница, сосна, ель, кедр, дуб, бук, береза, осина.

Хвойные (таёжные) леса в зависимости от лесообразующих пород подразделяются на тёмнохвойные (ель, пихта, кедр) и светлохвойные (сосновые и лиственничные).

Тёмнохвойные леса распространены в районах с умеренно холодным и довольно влажным климатом; они преобладают в тайге Восточно-Европейской и Западно-Сибирской равнин, широко представлены в горах Кавказа, Урала, Сихотэ-Алиня, в некоторых частях Алтая и Саян. Больше половины площади тёмнохвойной тайги занимают еловые леса.

В светлохвойных лесах основными лесообразующими породами являются лиственница сибирская и даурская, сосна обыкновенная. Лиственничные леса господствуют в Средней и Северо-Восточной Сибири, Прибайкалье, Забайкалье. Сосновые леса распространены от Белого моря до низовий Дона, от западных границ до Центральной Якутии и Алданского нагорья.

Из широколиственных пород в лесах России представлены: дуб, липа, клён, ясень, вяз, граб, бук и др. Преобладают дубравы, дубово-липовые и липовые леса. На Кавказе и в Калининградской области встречаются буковые леса.

Площади, занятые в Российской Федерации насаждениями основных лесообразующих пород, остаются достаточно стабильными на протяжении последних десятилетий. Около 50% площади хвойных пород представлено спелыми и перестойными насаждениями. Они занимают более 90% земель, покрытых лесной растительностью.

Прочие древесные породы (груша, каштан, орех грецкий, орех маньчжурский и др.) занимают менее 1% земель, остальная площадь – это кустарники (кедровый стланик, береза кустарниковая и др.) [16].

Таблица 5.11.

**Динамика площадей основных лесообразующих пород, тыс. га**

Основные лесообразующие породы	Год учета					
	1988*	1993*	1998	2003	2004	2005
<b>Хвойные:</b>						
сосна	113564,0	114326,0	116740,0	117473,0	117205,0	117295,0
ель	78810,0	75866,3	77658,0	77198,4	76737,4	76417,7
лиственница	277898,0	263348,0	265719,0	264287,0	263986	264269,9
кедр	40166,0	39797,6	41033,2	40852,0	41054,6	41171,6
<b>Твердолиственные:</b>						
дуб высокоствольный	3761,0	3808,0	3719,0	3633,7	3650,2	3611,9
дуб низкоствольный	3198,7	2971,3	3110,3	3200,0	3169,6	3161,0
бук	698,5	701,3	786,0	789,6	790,1	793,1
<b>Мягколиственные:</b>						
береза	85531,0	87732,5	94170,5	97950,0	98824,8	99683,7
осина	17711,4	18907,9	20035,0	20573,4	20682,0	20802,0

Примечание: \* Данные ГУЛФ без лесов заповедников.

Более половины всех лесов России произрастает на вечномёрзлотных почвах (Сибирь и Дальний Восток) в условиях сурового климата, что определяет их низкую продуктивность. Лишь 45% площади лесов представляет интерес и доступно для эксплуатации, но преобладающая их часть, расположенная на Европейском Севере и вдоль Транссибирской магистрали значительно истощена в результате интенсивной эксплуатации в течение прошлого столетия.

Общая площадь земель лесного фонда на 1 января 2005 г. составила 1 173,9 млн. га, (в ведении Министерства природных ресурсов Российской Федерации – 1 133,1 млн. га). Общая площадь лесов, не входящих в лесной фонд, – 5,9 млн. га [17].

По функциональному назначению земли лесного фонда делятся на лесные и нелесные. Лесные земли составляют 75% от общей площади земель лесного фонда. Лесные земли делятся на покрытые и непокрытые лесной растительностью земли. Нелесные земли включают болота, луга, пески и прочие безлесные пространства.

В зависимости от хозяйственного назначения и функциональных особенностей леса распределяются по группам:

I группа - водоохранные, почвозащитные, заповедные и иные леса, в которых вырубка леса запрещена (лесополосы, заповедники, лесопарки, курортные леса и т.п.);

II группа - многоцелевые леса в малонаселённых зонах с ограниченной эксплуатацией лесных массивов;

III группа - эксплуатируемые леса в многолесных зонах, в которых в основном производится рубка леса и воспроизводится большая часть лесонасаждений [17, 18].

Таблица 5.12.

**Сведения о лесном фонде и лесах, не входящих в лесной фонд, на территории Российской Федерации (по данным Рослесинфорг на 01.01.2003 г)**

Орган управления лесным фондом и лесами, не входящими в лесной фонд	Площадь земель лесного фонда и земель, не входящих в лесной фонд, млн. га						Запасы древесины, млрд. м <sup>3</sup>
	общая	в т. ч. по группам лесов			лесные земли	Покрытые лесной растительностью	
		I	II	III			
Лесной фонд:	1173,888	269,841	88,873	815,173	879,811	773,940	254,734
МПР России	1133,082	255,265	65,227	812,590	839,798	735,327	252,316
Минсельхоз России	40,466	14,372	23,607	2,487	39,695	38,335	2,376
Минобразования России	0,341	0,204	0,040	0,097	0,318	0,277	0,042
Леса, не входящие в лесной фонд:	5,913	2,480	0,905	2,527	4,838	4,382	1,063
Минобороны России	4,736	1,304	0,905	2,527	3,822	3,434	0,985
Городские леса	1,176	1,176	0,0	0,0	1,016	0,948	0,079
Всего	1179,801	272,322	89,779	817,701	884,649	778,322	255,797

Общий запас древесины в лесном фонде МПР России, по данным ГУЛФ на 2005 год, составил – 76,7 млрд. м<sup>3</sup>, в том числе спелых и перестойных – 43,0 млрд. м<sup>3</sup>. В целом по стране средний запас древесины на 1 га в спелых и перестойных насаждениях (без кустарников) составляет 132 м<sup>3</sup>, а в лесах, возможных для эксплуатации, – 162 м<sup>3</sup>. Ежегодный средний прирост запаса древесины в лесах России – 935 млн. м<sup>3</sup>, или 1,22 м<sup>3</sup> на 1 га земель, покрытых лесной растительностью.

Таблица 5.13.

**Показатели состояния и использования лесных ресурсов в 2005 г.  
на землях лесного фонда МПР России**

<b>№№ п/п</b>	<b>Показатели</b>	<b>Единица измерения</b>	<b>МПР России</b>
<b>1. Общая характеристика лесного фонда</b>			
1.1.	Общая площадь	тыс. га	1136897,4
1.1.1.	в т. ч.: земли, покрытые лесной растительностью	тыс. га	740823,4
1.2.	Общая площадь лесов 1 группы	тыс. га	266989,5
1.3.	Общая площадь особо охраняемых природных территорий	тыс. га	52971,9
1.4.	Площадь хвойных лесов	тыс. га	516009,5
1.4.1.	из них спелые и перестойные	тыс. га	253108,1
1.5.	Площадь твердолиственных пород	тыс. га	17991,2
1.5.1.	из них спелые и перестойные	тыс. га	9552,4
1.6.	Площадь мягколиственных лесов	тыс. га	131808,2
1.6.1.	из них спелые и перестойные	тыс. га	49889,6
<b>2. Пользование лесом</b>			
2.1.	Расчетная лесосека главного пользования	тыс. м <sup>3</sup>	528449,2
2.2.	Фактически вырублено, всего	тыс. м <sup>3</sup>	123928,7
2.3.	Планируемый объем рубок промежуточного пользования	тыс. м <sup>3</sup>	113428,2
2.3.1.	из них рубки ухода в молодняках	тыс. га	844,6
2.4.	Фактические объемы рубок промежуточного пользования	тыс. м <sup>3</sup>	28555,6
2.4.1.	из них рубки ухода в молодняках	тыс. га	520,8
2.5.	Сплошные санитарные рубки	тыс. м <sup>3</sup>	12134,4
2.5.	Нарушения правил отпуска леса:		
2.5.1.	оставлено недорубов	тыс. м <sup>3</sup>	1853,8
2.5.2.	неудовлетворит. очистка мест рубок	тыс. га	52,6
2.5.3.	уничтожено подрост и молодняка	тыс. га	26,4
2.5.4.	брошено ствольной древесины на лесосеках	тыс. м <sup>3</sup>	556,5
<b>3. Мероприятия по лесовосстановлению</b>			
3.1.	План лесовосстановительных работ	тыс. га	687,0
3.2.	Фактические объемы лесовосстановительных работ	тыс. га	771,6
3.2.1.	из них производство лесных культур	тыс. га	166,7
3.3.	Погибло лесных культур - всего	тыс. га	28,1
3.4.	Переведено молодняков в земли, покрытые лесной растительностью, всего	тыс. га	1193,2
3.4.1.	из них лесных культур	тыс. га	226,8
<b>4. Оценка негативного влияния</b>			
4.1.	Пройдено пожарами лесных территорий	тыс. га	858,1
4.2.	Число пожаров	кол-во	16391,0
4.3.	Подвержено антропогенному влиянию	тыс. га	9210,1
4.4.	Площадь лесов, загрязненных радионуклидами	тыс. га	1263,7
4.5.	Площадь очагов вредителей	тыс. га	3196,3
4.6.	Площадь очагов болезней леса	тыс. га	1300,3
<b>5. Изменение площади земель, покрытых лесной растительностью</b>			
5.1.	увеличение (+) пл. земель покрытых лесной растительностью	тыс. га	+1157,4

В лесной промышленности, а также в строительстве предпочтение отдаётся хвойным и твёрдолиственным породам, поскольку они дают более высокого качества древесину, в то время как ресурсы многих мягколиственных пород (берёза, осина, ольха и др.) используются недостаточно. Только часть высококачественных берёзовых насаждений используется для производства фанеры, мебели и различных деталей; остальные леса, образуемые мягколиственными породами, даже в таёжной зоне Европейской части страны вырубаются недостаточно (остаются невырубленными более 20-30 млн. м<sup>3</sup> годовичного прироста). В Сибири и на Дальнем Востоке огромный резерв составляют леса из лиственницы, занимающие около 38% всей покрытой лесом площади страны. Причина недостаточного использования лиственницы заключается в том, что подавляющая часть лиственничных лесов находится в слабо освоенных или совсем неосвоенных районах названной зоны и в слабой разработанности технологии использования древесины, например в производстве целлюлозы, картона и бумаги и т.п.

Из недревесных ценностей лесного фонда России, являющихся объектом так называемых побочных пользований, наибольшее значение имеют кормовые ресурсы, представленные обширными сенокосами, пастбищами, выгонами. *Урожайность* лесных сенокосных угодий сильно уступает урожайности культурных лугов и составляет 5-10 ц сухого сена с 1 га. Но по кормовым качествам сено с лесных земель не уступает продукции сеяных лугов. Для пополнения кормовых ресурсов используются листовая масса, хвоя и даже древесина, перерабатываемые в богатые витаминами, белками и сахарами массу, в хвойную муку и пр.

Большую ценность представляют пищевые ресурсы лесов: семена кедровой сибирской сосны (кедра сибирского), плоды грецкого ореха, лещины, фисташки, миндаля, яблони, груши, алычи, каштана, рябины, черёмухи, смородины, малины, а также грибы, лекарственное и техническое



сырьё. Лес - благоприятная среда для развития пчеловодства, местообитание и источник пищи для большинства видов промысловых зверей и птиц [18].

Началом учета лесных ресурсов России можно считать конец XVIII века, когда в 1766-1780 гг. было проведено генеральное межевание сельхозугодий и лесов, которое обеспечило составление первых, относительно достоверных планов казенных лесов и земельных угодий. В дальнейшем изучение лесных ресурсов осуществлялся в рамках учета земельных ресурсов. Собираемые местными органами материалы о структуре землепользования и землевладельцах обобщались. Примером такого статистического обобщения явилась книга профессора Санкт-Петербургского университета И. Горлова «Обозрение экономической статистики России», изданная в 1849 г.[19]. В этой книге наравне с описательно-географическими сведениями, была опубликована интереснейшая статистическая информация о состоянии и развитии горной промышленности с элементами оценки запасов полезных ископаемых, о лесных богатствах, лесоводстве и пользовании лесными ресурсами, рыболовстве и охоте (звероловстве). Автор использовал не только натуральные (площадные, объемные, весовые и т. п.) показатели, но и осуществлял стоимостные оценки.

К концу 19 века Центральным Статистическим Комитетом, входившим в систему Министерства Внутренних Дел, был собран большой объем статистической информации о структуре землепользования, в том числе и о лесных угодьях. Сбор государственной информации основывался на переписи земельных угодий (1881 г.) и трех переписях поземельной собственности (1877-1878, 1887 и 1905 гг.). Кроме данных, собираемых государственными ведомствами, накопление сведений проводилось также земскими статистическими органами (земскими статистиками). Эти сведения получались с начала 70-х гг. 19 в. путем непосредственных изучений и опросов крестьянских хозяйств.

Систематизированный учет лесных ресурсов по значительному кругу унифицированных показателей в России ведется с конца 40-х годов 20 века. Во второй половине 50-х годов был впервые издан статистический сборник по итогам полного учета лесного фонда, проведенного на начало 1956 г. Кроме единовременных обследований, систематически собирались текущие сведения в области лесного хозяйства и защиты лесов. Например, весьма подробные данные в 20-х гг. 20 в. публиковались в открытом режиме по лесным пожарам (естественно, в рамках объективных возможностей полного учета соответствующих показателей). Следует иметь в виду, что более-менее достоверный учет лесных пожаров представляет серьезную проблему и в настоящее время.

В 20-30-х гг. начала формироваться система государственных заповедников. К началу 40-х гг. их число только в РСФСР достигло 35 единиц на площади 8,5 млн. га. (На территории современной России первые два заповедника – Баргузинский в Прибайкалье и «Кедровая падь» в Приморье – начали функционировать в 1916 г.). С 1953 г. начали систематически учитываться зеленые насаждения в городах.

Кроме единовременных обследований, систематически собирались текущие сведения в области лесного хозяйства и защиты лесов. Например, весьма подробные данные в 20-х гг. 20 в. публиковались в открытом режиме по лесным пожарам (естественно, в рамках объективных возможностей полного учета соответствующих показателей). Следует иметь в виду, что более-менее достоверный учет лесных пожаров представляет серьезную проблему и в настоящее время.

Концепция устойчивого управления лесами РФ была утверждена Указом Президента Российской Федерации от 1 апреля 1996 г. № 440 и одобрена IV Всероссийским съездом лесничих в 1998 году. Она определяет, что леса России представляют важнейший стратегический природный ресурс нашего государства и исходит из экологического, экономического и социального значения лесов и федеральной собственности на них.

Экологические, экономические и политические аспекты развития лесного хозяйства являются частью общенациональной стратегии устойчивого развития государства. Леса России, представляющие по площади около 1/5 от лесных земель мира, поэтому они - это один из основополагающих факторов обеспечения устойчивого развития человечества [19].

К стратегическим целям управления лесным хозяйством Российской Федерации относится установление обязательных приоритетов и действий органов управления лесным хозяйством всех уровней в области использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов. Набор приоритетов с учетом конкретных условий должен обеспечивать:

- постоянное совершенствование нормативной правовой базы, регулирующей лесные отношения, эффективное государственное управление в области использования, охраны, защиты лесного фонда и воспроизводства лесов;

- государственный контроль за соблюдением лесного законодательства;
- учет, охрану, защиту и воспроизводство лесов;

- сохранение биологического разнообразия;

- научно обоснованное рациональное, неистощительное и многоцелевое лесопользование;

- повышение экологического и ресурсного потенциала лесов;

- удовлетворение потребностей общества в лесных ресурсах;

- повышение доходности лесов;

- совершенствование кадровой политики;

- развитие отраслевой науки, лесного образования и просвещения;

- участие общественности в принятии экологически значимых решений.

В силу географических причин субъекты Российской Федерации по-разному обеспечены лесными ресурсами. В связи с этим, устойчивое управление лесами в субъектах Российской Федерации многолесной зоны должно исходить в первую очередь из задач сохранения, рационального

неистощительного использования лесных ресурсов, своевременного восстановления лесов хозяйственно ценными породами, повышения их природоохранных и защитных функций, удовлетворения потребностей народного хозяйства в древесине. В малолесных регионах к первоочередным следует отнести задачи сохранения и повышения продуктивности и экологической устойчивости существующих лесов, повышения их природоохранных и защитных функций, увеличение лесистости за счет дальнейшего расширения объемов защитного лесоразведения и облесения непригодных для сельского хозяйства земель с целью создания экологически устойчивых агролесоландшафтов, обеспечивающих сбалансированное развитие лесного, сельского, водного хозяйства и других отраслей экономики страны.

#### *5.2.4. Лесной мониторинг. Лесная сертификация, охраняемые лесные территории.*

*Лесной мониторинг*, в соответствии со ст. 78 «Основ лесного законодательства Российской Федерации» и соответствующими статьями законов Российской Федерации об охране окружающей природной среды и земельного законодательства, является необходимой информационной системой для обеспечения государственных интересов в области управления и рационального использования лесных ресурсов. Лесной мониторинг организуется и развивается в системе Федеральной службы лесного хозяйства России и является составной частью Единой государственной системы экологического мониторинга в Российской Федерации. Его объектом является весь лесной фонд России, независимо от форм собственности на землю и лес.

Основной целью ведения лесного мониторинга является информационное обеспечение органов управления лесным хозяйством оперативной и точной информацией о состоянии и происходящих изменениях в лесном фонде России для сохранения устойчивого развития

лесного сектора экономики как существенной составной части развития общества в целом.

В лесном хозяйстве России существует система наблюдений за санитарным состоянием лесов, ежегодно готовятся обзоры санитарного состояния лесов России. Базовую информацию для этих обзоров предоставляют Государственная лесная охрана, лесоустроительные экспедиции и специальные лесопатологические обследования. Контроль за состоянием лесов, их изменением под воздействием неблагоприятных факторов и ресурсная оценка лесного фонда осуществляется с применением как наземных, так и дистанционных методов. Вводятся современные методы слежения за состоянием лесов путем автоматического дешифрирования аэрокосмической информации и применения технологий географических информационных систем [19].

Тем не менее, федеральные и региональные органы управления лесным хозяйством России не обладают в настоящее время оперативной систематизированной информацией об изменениях в состоянии лесного фонда после последнего по времени лесоустройства. Таким образом, существует необходимость интеграции информации об изменениях состояния лесного фонда в единую систему лесного мониторинга на основе современной компьютерной информационной технологии для обеспечения как внутренних потребностей Федеральной службы лесного хозяйства по обеспечению управляемости лесами России, так и для выполнения международных обязательств по лесному мониторингу.

Задачи лесного мониторинга заключаются в следующем:

- Обеспечение информационными потоками блока лесного мониторинга в Единой государственной системе экологического мониторинга России.
- Регистрация текущих изменений состояния лесного фонда России, анализ и прогнозирование состояния лесного фонда и динамики его основных характеристик.

- Обеспечение оперативного контроля за состоянием лесного фонда, информационная поддержка вырабатываемых решений по ведению лесного хозяйства в условиях рынка и изменения окружающей природной среды для всех уровней управления лесами.
- Выполнение обязательств России по участию в европейской системе мониторинга за состоянием лесов на территориях России, входивших в 500-километровую зону вдоль границ бывшего СССР, на основе методики ЕЭК - ООН.

Организационная структура *лесного мониторинга* базируется на трех вертикальных уровнях управления лесами: *федеральном (национальном)*, Он создает и поддерживает в функционирующем состоянии единую пространственно распределенную (с региональными центрами) информационную систему по оперативной регистрации текущих изменений в состоянии лесного фонда России для обеспечения функций государственного управления лесами и для выполнения взятых международных обязательств России по охране лесов и защите биоразнообразия; *региональном*, Он обеспечивает силами Государственной лесной охраны, и лесоустроительных экспедиций на основе наземных и дистанционных методов, специальные виды обследований лесов и получение информации об изменениях лесного фонда региона и *локальном*. Он дает оперативную информацию о текущих изменениях в состоянии лесного фонда на уровне лесничества и лесхоза.

Предлагаются три основных метода ведения лесного мониторинга:

*Экологический мониторинг* с размещением сети пунктов постоянного наблюдения по узлам регулярной сети (по методике ЕЭК - ООН). Ведется на землях лесного фонда России, попадающих в 500-километровую полосу вдоль западной границы бывшего СССР, в соответствии с принятыми ранее обязательствами.

*Комплексный мониторинг* состояния лесного фонда с применением дистанционных методов наблюдения по всей площади и системы наземного контроля с выборочным размещением пунктов постоянного наблюдения с

учетом природных условий, факторов влияния, экологического и хозяйственного значения лесов. Применяется в зоне интенсивного лесопользования и ведения лесного хозяйства, особо ценных и охраняемых лесах, насаждениях, подверженных неблагоприятным воздействиям, в Европейской части России, юге Сибири и Дальнего Востока.

**Фоновый мониторинг** состояния лесного фонда на эталонных участках, выбранных на основе ландшафтного подхода, с экстраполяцией полученных данных с помощью материалов космической съемки. Применяется в зоне резервных и притундровых лесов на севере Европейской части, Сибири и Дальнего Востока. Выбор элементарной единицы наблюдения зависит от уровня агрегации информации, уровня затрат и возможностей технического обеспечения.

Лесного мониторинга состоит из подсистем, разделенных как по уровням агрегации информации (лесхоз - область, область - федеральный уровень), так и по функциональным задачам (контроль хозяйственной деятельности, лесопатологический, лесопожарный и экологический мониторинг).

Особое место занимает *лесопожарный мониторинг*.

В соответствии с Лесным кодексом Российской Федерации, введенным в действие в 2006 г.[20], все леса Российской Федерации подлежат охране от пожаров. Охрана лесов осуществляется с учетом их биологических, региональных и иных особенностей и включает комплекс организационных, правовых и других мер.

Осуществление мероприятий по охране лесов обеспечивают Правительство Российской Федерации, органы государственной власти субъектов Российской Федерации, федеральный орган управления лесным хозяйством, его территориальные органы и специализированные организации по авиационной охране лесов от пожаров.

Выполнение противопожарных мероприятий входит в обязанности лесопользователей, которые осуществляют их по планам, согласованным с

лесхозами, а граждане и юридические лица, осуществляющие работы в лесном фонде и на землях, граничащих с лесным фондом, также обязаны проводить мероприятия, направленные на охрану лесов.

Реальные масштабы горимости лесов России и размеры наносимого огнем ущерба до настоящего времени не установлены. Регулярные наблюдения за лесными пожарами ведутся только в зоне активной охраны лесов, охватывающей  $\frac{2}{3}$  общей площади лесного фонда. В северных районах Сибири и Дальнего Востока, охватывающих  $\frac{1}{3}$  лесного фонда, активная борьба с огнем и учет пожаров практически отсутствует. Горимость лесов оценивается также косвенным путем, через накопленную площадь гарей и погибших насаждений. На долю лесных пожаров приходится около 60% всех древостоев, ежегодно погибающих от негативного воздействия всего комплекса антропогенных и природных факторов. Это означает, что из 28,4 млн. га гарей и погибших насаждений в лесном фонде России около 17 млн. га должны составлять гари. Их площадь вдвое превышает накопленную площадь необлесившихся вырубок на территории лесного фонда России, равную 8,5 млн. га.

В зоне активной охраны лесов ежегодно регистрируется от 10 до 30 тысяч лесных пожаров, охватывающих площадь от 0,5 до 2,1 млн. га. Число пожаров, приходящихся на 1 млн. га лесного фонда России в несколько раз меньше, а средняя площадь одного пожара в несколько раз больше, чем в Европе и Северной Америке. Указанное обстоятельство, а также наличие больших неохранных территорий свидетельствует о сравнительно низком уровне противопожарной защиты лесов в нашей стране.

Важнейшей составляющей лесопожарного мониторинга является предупреждение пожаров. *Мероприятия* по противопожарной профилактике в лесах подразделяются на три основные группы: *предупреждение возникновения лесных пожаров, ограничение распространения лесных пожаров и повышение пожарной устойчивости лесов* [20].



**Предупреждение возникновения лесных пожаров** осуществляется посредством лесной пропаганды и агитации, регулирования посещаемости лесов населением, контроля за соблюдением правил пожарной безопасности со стороны государственного пожарного надзора и лесоводственные мероприятия, снижающих вероятность возникновения пожаров.

**Ограничение распространения пожаров** заключается в повышении пожароустойчивости насаждений (естественного и искусственного происхождения) за счет регулирования состава древостоев, очистки их от захламленности и своевременного проведения выборочных и сплошных санитарных рубок и рубок ухода, очистки лесосек от порубочных остатков, противопожарного обустройства лесов, включающего создание системы противопожарных барьеров, сети дорог и водоемов, а также в контролируемом выжигании не покрытых лесной растительностью участков лесного фонда.

**Мероприятия, повышающие пожарную устойчивость лесного фонда**, заключаются: в закреплении участков леса за населенными пунктами, организациями, предприятиями; подготовке местного населения к работам по предупреждению, обнаружению, тушению лесных пожаров; строительстве и ремонте противопожарных объектов; работе с органами власти, арендаторами и т.д.

Повышение *пожароустойчивости лесов* заключается в *регуливании их состава* (введение в культуры хвойных пород, где это возможно по лесорастительным условиям, примесь деревьев хозяйственно ценных лиственных пород по всем ярусам в количестве 2-3 единиц: дуб, клен, ясень, липу, рябину, ольху серую); **санитарных рубках** (рубка отмирающих сухостойные и ветровальные деревьев, усиливающих опасность распространения лесных пожаров, вредителей и болезней леса, разработка крупных горельников, ветровала и бурелома, древостоев, поврежденных вредителями и болезнями); *создании на территории лесного фонда системы противопожарных барьеров, ограничивающих распространение возможных*

*пожаров* (в зависимости от степени пожарной опасности и интенсивности ведения лесного хозяйства леса должны разделяться на блоки площадью от 2 до 12 тыс. га, границами которых могут быть большие озера и реки с широкими затопляемыми долинами, искусственные разрывы в виде трасс железных и автомобильных дорог, линий электропередач, трубопроводов, участки леса с преобладанием лиственных пород с общей шириной барьера- 120-150 м); *устройство сети дорог и водоемов*, позволяющих быстрее обеспечить локализацию пожаров, создание вокруг *поселков*, расположенных вблизи хвойных лесов, *пожароустойчивых опушек*, естественного или искусственного происхождения шириной не менее 150 м из древостоев лиственных или с преобладанием лиственных пород.

По времени и оперативности проведения профилактические мероприятия подразделяются на: *плановые*, выполняемые по заранее разработанному проекту независимо от уровня текущей пожарной опасности (ПО) в лесу (противопожарная пропаганда, благоустройство лесной территории, устройство минерализованных полос, противопожарных дорог и водоемов), и *регламентированные* текущим уровнем ПО в лесу (дежурство пожарных команд, регулирование посещаемости лесов населением, патрулирование и др.).

На всей территории Российской Федерации действует единая стандартная шкала пожарной опасности в лесу по условиям погоды, по величине *комплексного показателя*, который учитывает совокупность метеоэлементов, влияющих на изменение влажности лесных горючих материалов.

Для вычисления комплексного показателя пожарной опасности необходимы следующие данные: температура воздуха ( $t$ ) (в градусах) и точка росы ( $\tau$ ) на 13 ч. по местному времени; количество выпавших осадков за предшествующие сутки, т.е. за период с 13 ч. предыдущего дня (количество осадков до 2.5 мм в расчет не принимается) [20].

Таблица 5.14.

**Шкала оценки лесных участков по степени опасности возникновения в них пожаров  
(из инструкции по устройству государственного лесного фонда)**

Класс пожарной опасности	Объект загорания (характерные типы леса и типы вырубок, другие категории насаждений и безлесных пространств)	Наиболее вероятные виды пожаров, условия и продолжительность периода их возможного возникновения и распространения
1	Хвойные молодняки. Сплошные вырубки: лишайниковые, вересковые, вейниковые и другие типы вырубок по суходолам (особенно захламленные). Сосняки лишайниковые и верещатники. Расстроенные, отмирающие и сильно поврежденные древостои (сухостойники, участки бурелома и ветровала, недорубы), участки условно-сплошных и интенсивных выборочных рубок. Захламленные гари	В течении всего пожароопасного сезона возможны низовые пожары, а на участках с наличием древостоя - верховые. На вейниковых и других травянных типах вырубок по суходолу особенно значительна пожарная опасность весной а в некоторых районах и осенью
2	Сосняки брусничники, особенно с наличием соснового подроста или подлеска из можжевельника выше средней густоты. Листвяги кедрово-стланцевые	Низовые пожары возможны в течении всего пожароопасного сезона; верховые - в период пожарных максимумов
3	Сосняки кисличники и черничники. Листвяги брусничники. Кедровники всех типов, кроме приручейных и сфагновых. Ельники брусничники и кисличники	Низовые и верховые пожары возможны в период летнего пожарного максимума, а в кедровниках, кроме того, в периоды весеннего и особенно осеннего максимумов
4	Сплошные вырубки таволговых и долгомошниковых типов (особенно захламленные). Сосняки, листвяги и насаждения лиственных пород травяных типов. Сосняки и ельники сложные, липняковые, лещиновые, дубняковые. Ельники черничники. Сосняки сфагновые и долгомошники. Кедровники приручейные и сфагновые. Березняки: брусничники, кисличники, черничники и сфагновые. Осинники кисличники и черничники. Мари	Возникновение пожаров (в первую очередь низовых) возможно в травянных типах леса и на таволговых вырубках в период весеннего и осеннего пожарных максимумов; в остальных типах леса и на долгомошниковых вырубках - в периоды летнего максимума
5	Ельники, березняки и осинники долгомошники. Ельники сфагновые и приручейные. Ольшанники всех типов	Возникновение пожара возможно только при особо неблагоприятных условиях (длительная засуха)

*Примечания. 1. Пожарная опасность устанавливается на класс выше:*

*а) для хвойных насаждений, строение которых или другие особенности способствуют переходу низового пожара в верховой (густой высокий подрост хвойных пород, значительная захламленность и т.п.);*

*б) для небольших участков леса на суходолах, окруженных площадями с повышенной горимостью;*

*в) для лесных участков, примыкающих к дорогам общего пользования, железным дорогам или расположенных в непосредственной близости от огнеопасных (использующих огонь в процессе производства) лесных предприятий.*

*2. Кедровники с наличием густого подроста или разновозрастные с вертикальной сомкнутостью полога относятся ко 2 классу пожарной опасности.*

Комплексный показатель (КП) текущего дня определяется как сумма произведений температуры ( $t$ ) на разность между значением температуры и точкой росы ( $\tau$ ) каждого дня за число дней ( $n$ ) после последнего дождя:

$$\text{КП} = \sum_n^1 t * (t - \tau)$$

В каждом из пунктов метеонаблюдений ведется журнал установленной формы с расчетом комплексного показателя пожарной опасности. Журналы хранятся не менее 10 лет, по записям в них можно оценить напряженность пожароопасного сезона, сравнивая горимость со средними многолетними данными, а также использовать эти журналы при составлении местных шкал оценки пожарной опасности по условиям погоды.

По величине вычисленного комплексного показателя и принятой в настоящее время шкале определяется класс пожарной опасности в лесу по условиям погоды, в зависимости от которого регламентируется работа лесопожарных служб.

Наземная охрана лесов осуществляется силами и средствами лесхозов, в составе которых функционирует до 2,6 тыс. пожарно-химических станций и до 2,2 тыс. пожарных наблюдательных вышек, расположенных в регионах страны с развитой инфраструктурой. К районам наземной охраны отнесено около 210млн. га, в том числе к районам наземной охраны без авиапатрулирования лесов - 35млн.га.

В районах, где отсутствуют возможности проведения противопожарных мероприятий наземным методом, профилактика, обнаружение и тушение лесных пожаров обеспечивается специализированной авиационной охраной лесов. Она представляет собой сеть из более чем 20 региональных авиабаз и свыше 300 авиаотделений с приданными им воздушными судами, средствами пожаротушения, связи и транспорта. Авиацией обнаруживалось до 70% всех пожаров, возникающих на всей обслуживаемой ею территории лесного фонда и до 95% пожаров в районах преимущественного применения авиационных сил и средств

пожаротушения. С применением авиации ликвидировалось до 45% пожаров, возникающих на всей обслуживаемой авиацией территории, и до 95% пожаров в районах преимущественного применения авиационных сил и средств пожаротушения.

Таблица 5.15.

**Регламентация работы лесопожарных служб  
в зависимости от класса пожарной опасности**

<b>Класс пожарной опасности</b>	<b>Регламентация работы лесопожарных служб</b>
1 класс (комплексный показатель до 300) - пожарная опасность отсутствует	Проводится наземное патрулирование в местах огнеопасных работ в целях контроля за соблюдением правил пожарной безопасности в лесах. Авиационное патрулирование не проводится. Дежурство на пожарных наблюдательных пунктах не проводится.
2 класс (комплексный показатель от 301 до 1000) - малая пожарная опасность	Проводится наземное патрулирование в участках, отнесенных к 1 и 2 классам пожарной опасности, а также в местах массового посещения и отдыха населения в лесах с 11 до 17 часов. Авиационное патрулирование проводится через 1-2 дня, а при наличии пожаров - ежедневно в порядке разовых полетов в полуденное время. Дежурство на пожарных наблюдательных пунктах и на пунктах приема донесений о пожарах от экипажей самолетов и вертолетов осуществляется с 11 до 17 часов.
3 класс (комплексный показатель от 1001 до 4000) - средняя пожарная опасность	Наземное патрулирование проводится с 10 до 19 часов на участках, отнесенных к первым трем классам пожарной опасности, и особенно усиливается в местах работ и в местах, наиболее посещаемых населением. Авиационное патрулирование проводится 1-2 раза в течение дня в период с 10 до 17 часов. Дежурство на пожарных наблюдательных пунктах осуществляется с 10 до 19 часов, на пунктах приема донесений - с 10 до 17 часов. Может запрещаться пребывание граждан в лесах или отдельных участках лесного фонда
4 класс (комплексный показатель от 4001 до 10000.- 12000) - высокая пожарная опасность	Наземное патрулирование проводится с 8 до 20 часов в местах работ, нахождения складов и других объектов в лесу, а также в местах, посещаемых населением, независимо от класса пожарной опасности, к которому отнесены участки. Авиационное патрулирование проводится не менее двух раз в день по каждому маршруту. Дежурство на пожарных наблюдательных пунктах проводится в течение всего светлого времени, а на пунктах приема донесений от экипажей патрульных самолетов и вертолетов - с 9 до 20 часов.

Класс пожарной опасности	Регламентация работы лесопожарных служб
	У дорог при въезде в лес по согласованию с местными органами МВД устанавливаются щиты - сигналы, предупреждающие об опасности пожаров в лесах. Запрещается посещение отдельных наиболее опасных участков леса
5 класс (комплексный показатель более 10000 - 12000) - чрезвычайная опасность	<p>Наземное патрулирование лесов проводится в течение всего светлого времени, а в наиболее опасных местах - круглосуточно. Авиационное патрулирование проводится не менее 3 раз в день по каждому маршруту, для чего при необходимости привлекается дополнительное количество самолетов и вертолетов.</p> <p>Дежурство на пожарных наблюдательных пунктах и на пунктах приема донесений проводится как и при 4 классе пожарной опасности.</p> <p>Передачи напоминаний об осторожном обращении с огнем в лесу по местным ретрансляционным сетям проводятся через каждые 2-3 часа. В пригородных поездах, в автобусах, на железнодорожных платформах и автобусных остановках в лесных районах такие передачи проводятся систематически. Запрещается (ограничивается) въезд в лес средств транспорта, а также посещения леса населением.</p>

*Санитарное состояние лесов* оценивается по следующим индикаторам:

1. Общая площадь лесов, усыхающих или погибших под воздействием неблагоприятных факторов (ежегодно), в том числе от пожаров; от насекомых и болезней; от промышленных выбросов; от прочих факторов.
2. Площадь лесов, загрязненных радионуклидами (ежегодно).
3. Общее количество оцениваемых воздушных поллютантов (загрязнителей) или их количество, приходящееся на единицу площади лесных земель (каждые 5 лет).
4. Площадь лесов, характеризующихся серьезной дефолиацией, оцениваемой по методике ЕЭК ООН (в пределах 500-километровой зоны вдоль западных границ).

Основными причинами усыхания древостоев являются насекомые-вредители и болезни леса, дикие животные-дендрофаги, пожары, а также ряд причин антропогенного характера (нарушение гидрологического режима в результате проведения гидромелиоративных мероприятий, загрязнение почв отходами промышленных предприятий и т. п.).

Для формирования устойчивых высокопродуктивных хозяйственно ценных насаждений, сохранения и усиления их полезных функций и своевременное использование древесины проводятся *рубки ухода за лесом*. *Рубки ухода* осуществляются путем удаления из насаждений нежелательных деревьев и создания благоприятных условий для роста лучших деревьев главных пород. В зависимости от возраста насаждений и целей ухода выделяются следующие основные виды рубок ухода или формирования насаждений: *осветления и прочистки, прореживания и проходные рубки*. В лесах защитного, санитарно-гигиенического и оздоровительного назначения, лесах рекреационного назначения проводят *рубки перестройки насаждений, ландшафтные рубки и обновительные рубки*.

Для оздоровления обстановки в лесах и повышению их устойчивости к неблагоприятным факторам внешней среды проводят ***санитарные рубки выборочные и сплошные***.

***Выборочные санитарные рубки*** назначаются при наличии признаков ослабления лесных насаждений. К числу таких признаков относятся повышенный текущий отпад древесной массы и возникновение очагов насекомых-вредителей и болезней леса, а также при наличии ветровальных, буреломных, снеголомных, деревьев.

***Сплошные санитарные рубки*** проводятся в насаждениях, утративших биологическую устойчивость с последующей рекультивацией земель. ***Сплошные санитарные рубки*** назначаются независимо от возраста насаждений в тех случаях, когда выборочные санитарные рубки уже не могут оздоровить такие насаждения [20].

*Экологические проблемы лесов* России сложны и многообразны. Важнейшей проблемой (причем не только экологической, но и экономической, и социальной), уже более столетия волнующей многих специалистов в области лесопользования и управления лесами, является проблема истощения лесных ресурсов России.

Истощение лесов связано с целым комплексом нерешенных вопросов лесопользования, землепользования и управления лесами России:

- быстрым уничтожением массивов естественной тайги, являющихся последними территориями, где сохраняется естественное таежное биологическое разнообразие и многие другие элементы естественных таежных ландшафтов;
- отсутствием эффективной лесной охраны, и, как следствие, большим количеством лесных пожаров, уничтожающих ежегодно значительные площади лесов;
- эрозией и заболачиванием вырубок, связанных с большим размером вырубаемых площадей, применением тяжелой лесозаготовительной техники, отсутствием мер по эффективному лесовосстановлению;
- засорением рек, используемых для сплава древесины, утонувшими бревнами и другими древесными отходами;
- резким сокращением биологического разнообразия многих таежных территорий, сокращением численности многих видов растений и животных, в результате интенсивных рубок оказавшихся на грани уничтожения;
- многократным сокращением численности многих охотничье-промысловых видов животных;
- фрагментацией крупных массивов лесов на множество мелких частей, разделенных дорогами, населенными пунктами, различными линиями коммуникаций, и в результате - нарушением естественных путей миграций многих видов животных, нарушение целостности популяций и снижение их жизнеспособности;



- загрязнение больших лесных территорий свалками промышленных отходов, токсическими и радиоактивными отходами.

Особое место среди лесных территорий России занимают **особо охраняемые природные территории (ООПТ)** [21].

Оособо охраняемые природные территории (ООПТ) - участки земли, водной поверхности и воздушного пространства над ними, где располагаются природные комплексы и объекты, которые имеют особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение, которые изъяты решениями органов государственной власти полностью или частично из хозяйственного использования и для которых установлен режим особой охраны. Особо охраняемые природные территории относятся к объектам общенационального достояния."

На начало 2003 года в России под ООПТ федерального уровня находилось около 48 млн. га (без учета морских акваторий заповедников и заказников), или 2,7% территории страны. Система региональных и местных ООПТ также выглядит весьма внушительно: более 15 тыс. ООПТ занимают площадь около 140 млн. га. Таким образом, ООПТ всех уровней занимают до 10% территории страны [21].

Система ООПТ России по праву считается одной из лучших в мире. В мире не так много стран, где достаточно большую долю занимают ООПТ со строгим запретом хозяйственного использования – такие как российские заповедники. Сеть ООПТ создавалась многие десятилетия, а система приоритетов при отборе территорий для особой охраны менялась неоднократно. Этапы бурного развития системы ООПТ в СССР сменялись периодами, когда их площадь сокращалась в несколько раз, а границы отдельных ООПТ менялись до неузнаваемости. Границы многих территорий отражают не столько природоохранную идею, сколько результат компромисса с различными хозяйственными интересами. Поэтому сейчас эта

система требует дальнейшего усовершенствования, как в плане расширения, так и в плане совершенствования системы управления ООПТ [20, 21].

Федеральный закон “Об особо охраняемых природных территориях” устанавливает семь основных категорий особо охраняемых природных территорий. Особое место среди них занимают *государственные природные заповедники и национальные парки*. Именно эти две категории могут находиться только в федеральной собственности и управляться федеральными органами власти. Их организация – исключительная компетенция Правительства Российской Федерации. По важности и, главное, по объему решаемых задач национальные парки в системе особо охраняемых природных территорий России занимают одно из ведущих мест. Национальные парки, помимо функций сохранения природных комплексов, экологического просвещения населения, осуществления научных исследований и экологического мониторинга, которые присущи также и заповедникам, призваны обеспечивать сохранение историко-культурных объектов, восстановление нарушенных природных и историко-культурных комплексов и объектов, а также создание условий для регулируемого туризма и отдыха. Национальные парки наряду с заповедниками являются ключевым звеном в системе формирования региональных и общероссийской экологических сетей и играют важнейшую роль в деле сохранения биологического и ландшафтного разнообразия России. Российские национальные парки создавались на фоне уже сформировавшейся системы государственных природных заповедников, выполняющих важнейшие природоохранные функции.

Между национальными парками, созданными в удаленных и малонаселенных регионах Российской Федерации, и парками, организованными в хорошо освоенных регионах, существуют определенные различия. Основной функцией национальных парков, расположенных в удаленных уголках страны, является сохранение природных комплексов и объектов в естественном состоянии, в то время как парки, действующие в

освоенных регионах, в целом уделяют большее внимание задачам управления культурными ландшафтами, созданию условий для рекреации и участию в социально-экономическом развитии региона. В последнем случае возникает необходимость поддерживать и сохранять историко-культурные особенности и ландшафт, не допуская снижения уровня жизни местного населения и способствуя решению связанных с этим социально-экономических вопросов. Отражая особенности природного и историко-культурного наследия регионов и вписываясь в них, национальные парки остаются федеральными учреждениями, создаваемыми и функционирующими в соответствии с федеральным законодательством.

Природные ценности национальных парков включают в себя леса, луга, воды, геологические объекты, разнообразный животный мир, создающие в своем сочетании неповторимые по красоте ландшафты и такие эстетические ценности, как природная тишина и чистый воздух. Стратегия управления национальным парком предполагает равное внимание всем природным ценностям, поскольку только такой подход позволяет сохранить целостность природного комплекса и необходимую гармонию всех его составляющих. Управление природными экосистемами национального парка осуществляется на основе зонирования по признакам природной ценности территории, особенностям ее использования и способности природных экосистем выдерживать нагрузки, связанные с этим использованием. Все мероприятия по вмешательству в процессы динамического развития лесных биоценозов рассматриваются как вынужденная мера, обусловленная необходимостью устранения последствий отрицательного воздействия на них факторов внешней среды и прошлого ведения хозяйства.

Леса национальных парков рассматриваются не как источник древесины или иных продуктов леса, а как среда обитания лесных растительных и животных организмов, как среда, окружающая посетителей парка и формирующая их представления о природном разнообразии. Главная цель управления – обеспечить стабильность естественного развития лесных экосистем.

## **Литература к разделу 5. Земельные и лесные ресурсы**

1. Оценка земельных ресурсов. Уч. пособие. Под ред. В.П.Антонова и П.Ф.Лойко. М.: Ин-т оценки природных ресурсов, 1999. 364 с.
2. Государственная кадастровая оценка сельскохозяйственных угодий Российской Федерации // Федеральная служба земельного кадастра России. М., 2000. 152 с.
3. Голубев Г.Н. Глобальные изменения в экосфере. Учебное пособие. - М.: Изд-во Желдориздат, 2002.
4. Гаврилюк Ф.Я. «Бонитировка почв», изд-во РГУ, 1984.
5. Востокова Л.Б., Якушевская И.В. Бонитировка почв. М.: Изд-во МГУ, 1979. 102с.
6. Семёнов В.А. “Качественная оценка сельскохозяйственных земель” 1970 г.
7. Добровольский Г.В., Гришина Л.А. Охрана почв, изд. МГУ, 1995, 224 с.
8. Магазинщиков Т.Г. “Земельный кадастр” издание второе переработанное и дополненное “Охрана земельных ресурсов СССР” Москва “Агропромиздат” 1986 г.
9. Почвоведение./под редакцией профессора И.С. Кауричева Москва “Агропромиздат” 1989 г.
- 10.Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами. М., 1993. (Утвержден Минприроды России и Роскомземом). 29 с.
- 11.Романова Э.П., Куракова Л.И., Ермаков Ю.Г. Природные ресурсы мира. Москва. Изд. МГУ, 1993.-291 с.
- 12.География лесных ресурсов земного шара. М., 1960. -354 с.
- 13.Букштынов А.Д., Грошев Б.И., Крылов Г.В. Леса. М., 1981. -145 с.
- 14.Дженнингс С. Нуссбаум Р., Джадд. Н. Леса высокой природоохранной ценности: практическое руководство. Москва, 2005 г. 90с.

15. Meidinger J.D, Forest Certification: SocialPolitical, and Economic Dimensions.<http://www.law.buffalo.edu/homepage/eemeid/CertSem03.htm>
16. Общая информация о российских лесах. Семейство сайтов Forest.RU: [Всё о российских лесах](#)
17. Пятакин В.И. Лесозэксплуатация. Академия, ИЦ, Москва. – 2006.- 243с.
18. Петров А.А., Бельдиева А.А., Дикарева О.А., Климонтова Л.Я. Экономика лесного хозяйства. Учебник, М.,2002, 304 с.
19. Петров А.П., Филюшкина Г.Н., Куликова Е.Г., Тепляков В.К. Государственное управление лесным хозяйством, Учебник, М., 2004, 264 с.
20. Федеральный закон Российской Федерации от 4 декабря 2006 г. N 201-ФЗ О введении в действие Лесного кодекса Российской Федерации. Принят Государственной Думой 8 ноября 2006 года. Одобрен Советом Федерации 24 ноября 2006 год
21. Основы лесной биоценологии /Ред. В.Н. Сукачев. М., 1964.- 201 с.
22. Яницкая Т., ЛВПЦ в России: качество выделения в ходе сертификации и справочная информация. Устойчивое лесопользование. М.,2007. 59с.
23. Концессионное лесопользование (правовые, экономические и экологические основы). Учебное пособие, Пушкино, 2003, 190 с.

## Раздел 6. ОЦЕНКА ПРИРОДНО-РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА (ПРП)

### 6.1. Общая характеристика ПРП.

В основе существования человека, его хозяйственной деятельности лежит использование ресурсов окружающей его природы. Исторический опыт взаимодействия общества и природы показывает, что человечество всегда развивало свое хозяйство за счет хищнического использования природных ресурсов. Развитие производительных сил уже в древних обществах было связано с нанесением ущерба природе. Упадок цивилизаций Месопотамии, Древней Греции, Малой Азии, Центральной Америки во многом был предопределен деградацией ландшафтов, вызванной уничтожением лесов для создания сельскохозяйственных угодий, неконтролируемым выпасом скота, истощением почв вследствие чрезвычайной интенсификации сельского хозяйства, засолением орошаемых земель и т.д.

Ухудшение качества и уничтожение таких жизнеобеспечивающих природных ресурсов, как земельные, почвенные и лесные привели к процессам опустынивания и аридизации. Но интенсивность и площадной охват взаимодействия человека и природы до начала 20 века были относительно незначительны и не приводили к таким изменениям, которые угрожали бы существованию человечества. 20 век с его колоссальным развитием производства внес кардинальные изменения во взаимоотношения человеческого общества и природы. Ко второй половине 20 века отчетливо проявилась необходимость совместной коэволюции общества и природы. Принцип, который вытекает из теории ноосферы В.И.Вернадского, сформулированной еще в начале века. Этот принцип должен быть основой *оценки природно-ресурсного потенциала* региональной и организации *природопользования* региональной системы любого уровня (континент, страна, экономический район, область и т.д.) [1].

*Под природно-ресурсным потенциалом* понимают всю совокупность природных ресурсов, объектов природы, средообразующих факторов и условий (включая климатические, геологические, гидрологические и другие), присущих конкретной территории, которые могут быть использованы в процессе хозяйственной или иной деятельности и жизни человека. Природно–ресурсный потенциал во многом определяется совокупностью природных условий региона, его *природно-территориальным комплексом* (природной геосистемой, географическим комплексом, природным ландшафтом). *Природно – территориальный комплекс* (ПТК) - это закономерное пространственное сочетание природных компонентов, образующих целостные системы разных уровней (от географической оболочки до фации). ПТК - одно из основных понятий физической географии. Он обычно включает участок земной коры с присущим ему рельефом, относящиеся к нему поверхностные и подземные воды, приземный слой атмосферы, почвы, сообщества организмов. Между отдельными природными территориальными комплексами и их компонентами осуществляется обмен веществом и энергией [1].

Природопользование как один из процессов взаимодействия человека и природы основан на выполнении определенных критериев: экономических, социальных, экологически, нравственных и т.д. До недавнего времени основными являлись экономические критерии (принцип – что выгодно, то разумно до сих пор является главенствующим в деятельности человека, в том числе и в природопользовании). Введение социального критерия, например, создание новых рабочих мест при использовании того или иного ресурса, во многом делает природопользование более гуманным, но не освобождает этот процесс от излишнего давления на окружающую среду [2, 3, 4].

Приоритет экономических критериев в природопользовании определял игнорирование законов биосферы на протяжении всего периода промышленного развития человечества. И лишь в конце 20 века пришло осознание того, что без адаптации экономики к природным

закономерностям, без подчинения экологическому императиву (перехода к экологически устойчивому типу производства и потребления) человечество ожидает катастрофа.

Для того, чтобы избежать возможной экологической катастрофы, ведущими критерием природопользования должны быть критерии экологической безопасности, экономико-экологические критерии с элементами нравственного характера.

Устойчивое развитие - это длительный непрерывный процесс удовлетворения общественных потребностей на основе такого уровня и темпов развития экономики, которые не влекут за собой необратимых экологических последствий. Вместе с тем это развитие без разрушения, которое возможно при совершенствовании техносферы в условиях стабильности окружающего природного комплекса, без сокращения экологического разнообразия и ущемления прав будущих поколений, базирующееся на применении научно обоснованной стратегии взаимодействия со средой. Устойчивое развитие в настоящее время невозможно без восстановления природных систем, их коренного улучшения, (мелиорации), т.е. без природообустройства. Результатом устойчивого неразрушительного развития может стать ноосфера.

Рациональное и нравственное природопользование может привести к устойчивому развитию общества через систему мероприятий, которые, воздействуя на окружающую среду, не нарушают экологического равновесия, соответствуют *экологической емкости территории* и условиям, определяемым законами ее устойчивости.

Экологическая емкость территории - уровень антропогенной нагрузки, который могут выдержать естественные экосистемы без необратимых нарушений, выполняемых ими жизнеобеспечивающих функций или при восстановлении природных объектов [5, 6].

Использование любого ресурса начинается с определения потребностей в нем - сколько или насколько он нужен пользователю ( $S_i$ ), а также его



запасов ( $R_i$ ). Для характеристики потребностей человека в природных ресурсах было введено понятие *ресурсоемкости производства*. Ресурсоемкость хозяйства (производства) определяется как количество ресурсов, используемых для производства единицы конечной продукции, т. е. соотношение между потребляемыми ресурсами и производимой продукцией (в вещественной форме или в виде услуг). По запасам природный ресурс может быть как в недостатке, так и в избытке (достатке). Принятие решения об использовании ресурса должно основываться на соотношении  $R=R_i - S_i$  и критериях эффективности. Здесь принципиально могут возникнуть два случая. Первый, когда ресурса хватает ( $R>0$ ) и второй, когда ресурса не хватает ( $R<0$ ). Избыток ресурса неизбежно ведет к его избыточному потреблению и, как следствие, к интенсивному загрязнению природной среды. Стратегия ресурсопользования в этом случае заключается в сокращении потребления за счет введения более совершенных технологий (для сельского хозяйства это селекция животных и растений для получения видов с широким диапазоном саморегулирования, т.е. экономно использующих природный ресурс). При недостатке ресурса основная задача заключается, наряду с бережным, рациональным использованием за счет использования более совершенных технологий (как в первом случае), в увеличении этого ресурса либо путем поиска новых месторождений, либо путем природообустройства, придания нового качества ресурсу. (Например, увеличение площадей, пригодных для земледелия за счет мелиорации, лесовосстановление и лесоразведение).

В любом случае речь, прежде всего, идет о комплексном *ресурсосберегающем*, неистощительном использовании всех природных ресурсов, восстановлении или воспроизводстве их в интересах здоровья населения и социально-экономического развития качеств окружающей среды.

Ресурсосбережение - производство и реализация конечных продуктов с минимальным расходом вещества и энергии на всех этапах

производственного цикла и с наименьшим воздействием на человека и природные экосистемы.

Рациональное природопользование или природообустройство должны быть *эффективными и безопасными*. Критериями эффективности являются *экономическая, социальная и экологическая эффективность*.

*Экономическая эффективность* - это результативность производства, соотношение между результатами хозяйственной деятельности и затратами труда. Экономическую эффективность могут характеризовать: производительность труда, фондоотдача и материалоемкость продукции. В масштабах общества экономическая эффективность - это доля национального дохода в произведенном национальном продукте.

Наиболее интересен показатель *материалоемкости продукции* - количество исходных ресурсов, которые расходуются на тот или иной вид продукции. Чем меньше материалоемкость, тем более рационально используются природные ресурсы.

*Социальная эффективность* рационального природопользования измеряется числом людей, здоровье которых может быть улучшено с помощью сохраняемых ресурсов. Чистое производство приводит к снижению текучести персонала, улучшению их здоровья, повышению престижности жилых зон в районе предприятий, сохранению расположенных в них природных объектов и т.п.

*Экологическую эффективность* рационального природопользования можно измерять размерами территорий и акваторий, обладающих экологической устойчивостью и не подверженных влиянию хозяйственной деятельности. Это можно наблюдать в случае охраны от загрязнения и истощения природных ресурсов, используемых в хозяйственных целях и подвергаемых антропогенному воздействию.

*Экологическую эффективность от охраны природных ресурсов* можно измерять разностью между величиной улучшения экономических результатов материального производства, затрат в непромышленной сфере

и т.п., достигнутых при проведении природоохранного мероприятия, и размерами эксплуатационных затрат на поддержание требуемого состояния охраняемого ресурса [7].

В соответствии с доминантой критерия экологической безопасности использование природно-ресурсного потенциала территории, должно базироваться на **комплексном природопользовании**. (Комплексное природопользование это такое природопользование, при котором эксплуатация (добыча, изъятие) конкретного природного объекта наносит наименьший ущерб другим природным объектам, а хозяйственная или иная деятельность в целом оказывает минимальное воздействие на окружающую среду). Комплексное природопользование позволяет значительно повысить уровень функционирования живого и снизить потребление отдельного ресурса.

Природно-ресурсный потенциал неразрывно связан с понятием *интегральных ресурсов* – сочетания природных и антропогенных ресурсов.

Интегральными ресурсами считают системную совокупность конкретных видов природных ресурсов - вещественных, энергетических и информационных - как факторов жизни общества в сочетании с материальными и трудовыми ресурсами. Эта интеграция характеризуется тем, что качественное или количественное изменение одного из ресурсов (факторов) неизбежно ведет к более или менее заметным переменам в количестве или качестве других ресурсов, например, снижение водности меняет энергетические и другие показатели местности, условия создания и сохранения материальных и воспроизводства трудовых ресурсов.

Природными ресурсами пользуется *природопользователь* – инициатор или заказчик хозяйственной или иной деятельности, хозяйствующий субъект, которым может выступать как юридическое, так и физическое лицо, осуществляющее взаимодействие с природой.

Ресурсоемкость включает компоненты, входящие в состав конечного продукта, и компоненты, потребляемые в ходе его производства (с учетом

изменения качества среды и воздействия на др. отрасли хозяйства). При определении ресурсоемкости производства рассматривают как ресурсы в целом (интегральный ресурс), так и отдельные их составляющие. Потребность в одном и том же виде ресурса отдельных отраслей хозяйства может различаться на несколько порядков. Ресурсоемкость производства является одним из важнейших факторов, определяющих размещение отраслей хозяйства и должна учитываться при оценке природно-ресурсного потенциала территории.

Например, водоемкость производства отдельных видов продукции следующая: для производства 1 т зерна пшеницы необходимо от 400 до 1000 м<sup>3</sup> воды, 1 т риса – 1000 до 5000 м<sup>3</sup>, 1 т хлопка - 10000 м<sup>3</sup>. Для производства 1 т говядины необходимо 30000 м<sup>3</sup> воды. Удельное водопотребление в некоторых отраслях промышленности следующее: уголь – 3-5 м<sup>3</sup>/т; нефть (переработка) – 30-50 м<sup>3</sup>/т; сталь 50-150 м<sup>3</sup>/т; чугун – 150-200 м<sup>3</sup>/т; бумага – 200-400 м<sup>3</sup>/т; химические удобрения – 300-600 м<sup>3</sup>/т; хлопчатобумажные ткани – 300-1000 м<sup>3</sup>/т; синтетическое волокно – 2500-5000 м<sup>3</sup>/т. При оценке ресурсоемкости любой хозяйственной деятельности следует учитывать не только объем тех видов природных ресурсов, которые непосредственно идут на производство конкретных видов продукции, но и такие факторы как воздухоемкость, энергоемкость, трудоемкость и т. п., а также размеры нарушения экосистем при технологических процессах. Необходима оценка и воздействий на другие отрасли хозяйства. Например вода, использованная в орошении сельскохозяйственных земель, не может быть вовлечена в другие технологические циклы, так как частично испаряется, а частично переходит в состав продукции [7].

## **6.2. Общие вопросы экономической оценки природных ресурсов.**

Особенности современного мирового хозяйства таковы, что независимо от типа экономической системы и уровня экономического развития сложился техногенный, природоемкий тип производства. Для этого

типа производства характерны значительные внешние последствия экономической деятельности (*экстерналии*), которые не принимаются во внимание субъектами производства и (или) не зависят от них. Одной из важнейших экономических причин деградации окружающей среды считают занижение или вообще бесплатность многих природных ресурсов, что приводит к сверхэксплуатации природы. «Рыночная экономика может погубить окружающую среду и себя, если не позволит ценам говорить экологическую правду»[8].

В нашей стране необходимость экономической оценки ресурсов была признана не сразу. Долгое время широко обсуждалась концепция бесплатности природных благ. Ее авторы утверждали, что, поскольку природные блага не являются объектами купли-продажи, то методологически неверно их как-то оценивать: введение оценки природных ресурсов в хозяйственную практику будет тормозить разработку полезных ископаемых, расширение сельскохозяйственного производства и т.д. Данная концепция вплоть до середины 50-х годов была самой распространенной. Наша страна богата природными ресурсами, которые когда-то казались неисчерпаемыми. Поэтому разрабатывались месторождения с высоким содержанием полезных ископаемых в руде, целинные земли представляли собой большой резерв для экстенсивного развития сельского хозяйства, необъятные просторы тайги - для расширения лесоразработок. Затраты, которые требовались на освоение новых земель, на вовлечение в хозяйственный оборот новых месторождений, были невелики. Эти обстоятельства до некоторой степени являлись подтверждением концепции бесплатности природных благ. Однако исчерпание наиболее удобных месторождений, разработка которых позволяла получать дешевое сырье, резкое удорожание вовлечения в сельскохозяйственный оборот дополнительной посевной площади - все это свидетельствовало об ошибочности представлений о естественных ресурсах как о "даровых благах" природы [7].

К настоящему времени у экономистов начинает складываться понимание необходимости определения адекватной экономической ценности природы, ее ресурсов, благ и услуг. В качестве примера можно привести исследования группы экспертов, выполненные под руководством Роберта Констанца (Мэрилендский университет). Ими были выделены 16 биосистем: морские (океаны, моря, шельфы), сухопутные (леса, водно-болотные угодья, пастбища и т.д.). Для каждой системы оценивался ряд природных функций и услуг, такие, как регулирование климата, газового состава атмосферы, водных ресурсов, почвообразования, рекреации и т.д. (всего 17 категорий). По экспертным оценкам суммарная годовая стоимость этих услуг природы составляет 33 трлн. долларов, что почти вдвое превышает мировое ВВП (18 трлн. долларов год). Основная часть этих функций не имеет стоимости на рынке.

Экономическую оценку должны иметь такие экологические функции природы, как: обеспечение природными ресурсами; регулирующие экосистемные функции; обеспечение людей природными услугами (такими, как рекреация, эстетическое удовольствие). [9]. Таким образом, природно-ресурсный потенциал должен иметь стоимостное выражение и его оценка должна включать не только оценку запасов природных ресурсов, используемых непосредственно в производстве, но и экологических услуг.

Учет цены/оценки природных благ на макроуровне позволят более обосновано осуществлять выбор вариантов экономического развития и осуществлять прогнозирование. В настоящее время традиционные макроэкономические показатели «успешности» экономического развития (ВВП, ВВП, доход на душу населения) игнорируют экологическую деградацию. По расчетам западных специалистов в развитых странах экологический ущерб, не компенсированный самим нарушителем составляет 3-5% ВВП. Для России этот показатель составляет 10-15% ВВП.

На микроуровне стоимость природных благ может существенно изменить экономическую эффективность вариантов инвестиционных

проектов. Например, учет стоимости продукции, произведенной сельскохозяйственными землями которые будут изъяты под капитальное строительство может сделать целесообразным его удорожание за счет большей компактности и дополнительных расходов на использование неудобных земель. Дешевизна электроэнергии, вырабатываемой ГЭС по сравнению с АЭС и ТЭС, относительна, ибо в этом случае никогда не учитывалась цена многих тысяч гектаров затопляемых ценнейших пойменных земель и ущерб, который наносится речной экосистеме в результате изменения ее режима. В России сейчас насчитывается до 7 млн. га таких земель.

Неадекватная оценка природных ресурсов приводит к занижению эффектов от экологизации экономики. Ежегодные мировые потери нефти, леса, различных полезных ископаемых, сельскохозяйственных угодий и почв составляют многие миллиарды долларов в год. Одной из важнейших причин потери природных ресурсов и увеличения природоемкости экономики в современной России стал превышающий все нормативы износ оборудования. Из-за аварий нефтепроводов в России ежегодно теряется 5-7% добытой нефти (15-20 млн.т). Суммарная оценка прямых потерь нефти – свыше 2 млрд.долларов. Но экологический ущерб от этих аварий, возникающих из-за износа оборудования, многократно превосходит прямые потери. При изменении подхода к оценке природных ресурсов на сэкономленные в результате предотвращения аварий средства можно осуществить реконструкцию технологически отсталых отраслей, прежде всего топливно-энергетического комплекса и снизить энергоемкость экономики [9].

Опыт экономически развитых стран мира, накопленный за последние два десятилетия, показал, что при адекватном экономическом учете экологического фактора эффективность ресурсосбережения оказывается гораздо выше наращивания природоемкости экономики.

Оценка природно-ресурсного потенциала является задачей сложной и неоднозначной. Если подходы к оценке стоимости полезных ископаемых,

используемых в производстве, экономистам ясны, то как оценить красивый ландшафт? Как точно измерить экономическую ценность уникального цветка или птицы? Экономически это невозможно, для многих природных благ и услуг нет традиционных рынков, стандартных спроса и предложения, определяющих цену товара. Экономическим решением в этом случае будет учет последствий принимаемых решений.

Величина стоимости природных ресурсов напрямую зависит от условий и факторов, складывавшихся на разных этапах развития производства, от объема потребляемых ресурсов и их состава. Например, при более низком уровне развития производительных сил вода используется как элемент жизнеобеспечения, а при более высоком превращается в средство производства (источник энергии, источник орошения, транспортные артерии). Если сначала человек занимался собирательством, охотой, то впоследствии вовлек в свой хозяйственный оборот почву, лесные ресурсы, полезные ископаемые, воздух. Совсем недавно, точнее 40-50 лет назад, урановые руды не имели практического применения. Теперь это - ценнейший энергоресурс.

Таким образом, ценность природных ресурсов определяется уровнем общественных потребностей и отношением к ним.

Кроме того при оценке природных ресурсов учитывается их качество, которое зависит от условий их формирования. Если в отраслях обрабатывающей промышленности лучшее качество продукции предполагает дополнительные затраты труда, то в добывающей все зависит от природы. Часто на добычу худших по качеству полезных ископаемых затрачивается больше труда, чем на открытие лучших. Кроме того, учитывается чистота природного ресурса (вода соленая, несоленая, газ с примесями или нет и т.д.).

На оценку природной среды оказывают влияние экономико-экологические факторы, такие, как ограниченность и возобновляемость,



заменяемость, качественная характеристика, плодородие, содержание полезного вещества и т.д [10].

### **6.3. Системы учета и оценки отдельных видов ресурсов.**

Оценка природно-ресурсного потенциала предполагает не только определение стоимости природных ресурсов и благ, но и их учет.

В качестве объектов учета рассматриваются как единичные природные ресурсы, так и объекты природопользования. Под единичными природными ресурсами подразумевается качественно однородный и количественно определенный вид природных ресурсов — запас данного вида полезных ископаемых, однородных по качеству и условиям эксплуатации.

Под объектом природопользования подразумевается пространственно ограниченный комплекс природных ресурсов и условий окружающей среды, для которого характерно совместное взаимообусловленное использование природы в относительно однородных природно-экономических условиях хозяйствования, специализации производства, уровня технической вооруженности и обеспеченности материальными и трудовыми ресурсами. Выделение объектов природопользования представляет собой качественную оценку природных ресурсов и их материального сочетания. Качественная оценка природных ресурсов является этапом ресурсно-оценочной работы, обеспечивающей информационную базу для экономической оценки объектов природопользования и единичных ресурсов.

#### **6.3.1. Учет минеральных ресурсов.**

Значимость минеральных ресурсов для экономики любого государства определяет формирование жестко регламентированной системы учета и контроля за состоянием минерально-сырьевой базы.

В России основными системами учета минерально-сырьевых ресурсов являются ведение государственного баланса запасов полезных ископаемых (ГБЗ) и государственного кадастра месторождений и проявлений полезных ископаемых (ГКМ) [11].

Системный ежегодный учет месторождений и содержащихся в них запасов полезных ископаемых был введен Постановлением Совнаркома СССР от 27 марта 1937 г. В соответствии с этим постановлением при Главном геологическом управлении Наркомтяжпрома был учрежден Всесоюзный геологический фонд, на который возлагались функции учета всех месторождений и разведанных запасов полезных ископаемых. Основные принципы составления ГКМ определялись инструкцией, утвержденной Комитетом по делам геологии при Совнаркомех СССР. К формированию ГКМ Всесоюзный геологический фонд приступил в 1939 г., а в 1942 г. было начато составление ГБЗ, включающего данные о запасах полезных ископаемых на начало года, их изменениях за предыдущий год в результате добычи и потерь при добыче, разведки и пересчета. [11].

Принятые 9 июля 1975 г. "Основы законодательства Союза ССР и союзных республик о недрах" законодательно закрепили статус государственного учета запасов и месторождений полезных ископаемых, а ГКМ и ГБЗ были определены как государственные документы, отражающие этот учет. Изложенные в "Основах законодательства..." цели и состав сведений, которые должны содержать кадастр и баланс, со временем не претерпели изменений и нашли отражение в ст. 30 и 31 Закона РФ "О недрах", принятого 21 февраля 1992 г. Они актуальны до настоящего времени.

### **6.3.2. Основные принципы ведения ГБЗ.**

В соответствии с положениями Закона (ст. 31) ГБЗ должен содержать сведения об объемах, качестве и степени изученности запасов каждого вида полезных ископаемых по месторождениям, имеющим промышленное значение, об их размещении, степени промышленного освоения, добыче, потерях и обеспеченности промышленности разведанными запасами полезных ископаемых на основе классификации запасов месторождений полезных ископаемых.

ГБЗ ведется на федеральном и территориальном уровнях по единым системе и методике по всей территории РФ, ее континентальному шельфу и морскому дну исключительной экономической зоны РФ. Ведение ГБЗ осуществляют Роснедра и его территориальные органы в соответствии с порядком, утвержденным МПР России [12].

ГБЗ составляется и ведется на основании геологической и иной информации о недрах, представляемой предприятиями, осуществляющими геологическое изучение недр, а также на основе государственной отчетности, представляемой предприятиями, осуществляющими разведку месторождений полезных ископаемых и их добычу, в федеральный и территориальные фонды геологической информации в соответствии с российским законодательством.

Сведения о состоянии, изменении запасов полезных ископаемых и их использовании предоставляются пользователями недр по состоянию на 1 января каждого года в установленные сроки. Система ведения ГБЗ предусматривает соблюдение следующих важнейших требований и условий учета запасов полезных ископаемых.

1. Подлежащие учету в ГБЗ запасы и ресурсы полезных ископаемых должны соответствовать действующим классификациям запасов и прогнозных ресурсов полезных ископаемых и подземных вод.

2. Запасы полезных ископаемых в ГБЗ учитываются по месторождениям полезных ископаемых (площадям, участкам, карьерам, шахтным полям, залежам, горизонтам, поднятиям, куполам и другим объектам учета), по рудным районам, угольным бассейнам, территориям субъектов Российской Федерации, федеральных округов и Российской Федерации в целом. Учет запасов полезных ископаемых осуществляется в соответствии со степенью их промышленного освоения и способа отработки.

Постановка запасов полезных ископаемых на ГБЗ, их изменение и списание с баланса осуществляются по данным геолого-разведочных и добычных работ, а также по результатам переоценки запасов в связи с

изменением параметров подсчета запасов на основании заключения государственной экспертизы запасов полезных ископаемых.

В соответствии с требованиями времени в ГБЗ периодически вносятся изменения, исключаются ряд технико-экономических показателей, вводятся новые классификации, что приводит к обновлению ряда основополагающих документов, связанных с учетом запасов полезных ископаемых, постановкой их на ГБЗ и списания с него. Таким образом система мониторинга минерально-сырьевой базы учитывает все изменения, происходящие как в сфере геологических наук, так и в мировой горно-добывающей промышленности. В частности, согласно порядку, установленному Правительством РФ, МПР России утвердило 01.11.2005 г. в новой редакции Классификацию запасов и прогнозных ресурсов нефти и горючих газов с введением ее в действие с 01.01.2009 г., а 11.12.2006 г. – Классификацию запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых, которая должна быть введена в действие с 01.01.2008 г.

### **6.3.3. Основные принципы ведения ГКМ.**

В Законе (ст. 30) отмечается, что ГКМ "ведется в целях обеспечения разработки федеральных и региональных программ геологического изучения недр, комплексного использования месторождений полезных ископаемых, рационального размещения предприятий по их добыче, а также в других народно-хозяйственных целях". ГКМ включает в себя сведения по каждому месторождению (количество и качество основных и совместно с ним залегающих полезных ископаемых, содержащиеся в них компоненты, горно-технические, гидрогеологические, экологические и другие условия разработки), геолого-экономическую оценку каждого месторождения, а также сведения по выявленным проявлениям полезных ископаемых.

Ведение ГКМ осуществляют Роснедра и их территориальные органы на основе геологической информации, представляемой предприятиями, осуществляющими геологическое изучение недр, а также на основе

государственной отчетности предприятий, осуществляющих разведку месторождений полезных ископаемых и их добычу.

Сбор, верификацию и систематизацию документов, необходимых для ведения ГКМ, осуществляют Росгеолфонд и территориальные фонды геологической информации.

В настоящее время ГКМ состоит из реестра объектов кадастрового учета и массива паспортов на объекты кадастрового учета (месторождения и проявления полезных ископаемых), заполняемых по унифицированным формам, включающим от 700 до 1500 показателей в зависимости от вида полезного ископаемого. Массив паспортов (всего – 33 830) состоит из разделов, каждый из которых содержит сведения об объектах учета, объединенных в соответствующие группы видов полезных ископаемых со сходными природными признаками

Пополняются и актуализируются паспорта объектов учета ГКМ недропользователями по завершении геолого-разведочных работ любой стадии, если в результате работ зафиксированы изменения параметров месторождения.

С 1999 г. ГКМ ведется в виде электронной базы данных (ЭБД). Ввод паспортов производится как в Росгеолфонде, так и в территориальных фондах геологической информации. Для всей системы федерального и территориального фондов геологической информации установлены единые федеральные форматы ведения ЭБД ГКМ.

Состояние информационного массива паспортов объектов учета на бумажных носителях и в ЭБД ГКМ и динамика их пополнения отражены по состоянию на 01.01.2007 г.

В ЭБД не входят месторождения неметаллических общераспространенных полезных ископаемых, которые отнесены к местному сырью и находятся в ведении территориальных органов.

Информация, содержащаяся в ГКМ, предоставляется федеральным органам исполнительной власти, органам исполнительной власти субъектов

Российской Федерации, органам местного самоуправления и недропользователям, выполняющим работы, связанные с геологическим изучением недр, независимо от источников их финансирования.

Одна из основных проблем ведения ГКМ сегодня состоит в том, что порядок ведения не подкреплён нормативными правовыми актами, а базируется на ведомственной инструктивно-методической базе. Для решения указанных проблем Росгеолфондом в 2000-2002 гг. были разработаны и представлены в МПР России для утверждения проекты таких документов, которые учитывают сложившиеся отношения в сфере недропользования. Проектом "Положения о ГКМ" предусмотрено, что ГКМ является официальным учетным документом, который содержит регулярно обновляемые данные по каждому месторождению и проявлению полезных ископаемых. Проект содержит новые формы бланков паспортов объектов учета, приспособленные для формирования и заполнения их на основе новых компьютерных технологий. Расширен перечень объектов учета, заслуживающих постановки на государственный кадастровый учет. Определены организации-составители паспортов объектов учета ГКМ в условиях лицензирования недропользования.

#### ***6.3.4. Учет месторождений запасов/ресурсов полезных ископаемых в зарубежных странах.***

Системы учета месторождений и запасов/ресурсов полезных ископаемых в зарубежных странах отличаются от систем, действующих в России. Базовая информация об учете минерально-сырьевых ресурсов за рубежом создается и накапливается в горно-геологических компаниях, доступ к этой информации ограничен. Приводимые ниже данные взяты из зарубежных публикаций, докладов зарубежных стран на заседаниях рабочей группы Европейской комиссии ООН по Международной рамочной классификации ООН запасов/ресурсов полезных ископаемых и материалов ряда отечественных исследователей.

*Горное бюро США* в 1975 г. создало систему изучения состояния мировых сырьевых ресурсов (MAS) с целью определения источников минерального сырья для государственных поставок. Система позволяла осуществлять оценку и учет месторождений полезных ископаемых, рассчитывать расходы на извлечение полезных компонентов и определять цену конечной продукции, разрабатывать для отдельных видов сырья рыночные модели месторождений. Система содержала топографические и идентификационные данные о 200 тыс. месторождений США и других стран [13].

В последнее время Бюро экономического анализа Департамента торговли США и многие экономисты США выступают с предложениями по расширению и углублению статистической отчетности, касающейся наличия и использования природных ресурсов и охраны окружающей среды [13, 14]. В качестве начального этапа реализации этих предложений предусматривается учет "минерально-сырьевых активов", т.е. запасов и ресурсов полезных ископаемых в недрах, имеющих рыночную оценку. При этом федеральная Комиссия США по ценным бумагам и биржам (SEC), которая является главной инстанцией, определяющей требования к представляемой компаниями отчетности в сфере недропользования, считает, что к запасам полезных ископаемых может быть отнесена только "та часть запасов месторождения, которая на момент оценки может рассматриваться в качестве потенциального объекта эксплуатации как с экономической, так и с правовой точек зрения".

*В Австралии* Объединенный комитет по запасам твердых полезных ископаемых (JORC) в 1989 г. впервые опубликовал Австрало-Азиатский кодекс представления публичной отчетности в сфере недропользования, известный ныне как Кодекс JORC. Вскоре после выхода в свет Кодекс JORC был официально включен в число обязательных документов процедуры листинга на австралийской и новозеландской фондовых биржах, что явилось важным актом признания его роли в предоставлении учетной информации о

месторождениях и минеральных ресурсах в недрах. Такая информация рассматривается как непреложное условие подготовки обоснованных инвестиционных решений и определения моделей поведения акционеров в рамках игры на фондовой бирже [15].

Согласно Кодексу JORC Публичные отчеты компаний составляются с целью обеспечения необходимой информацией о запасах/ресурсах полезных ископаемых в недрах инвесторов и их консультантов. В отчетах приводятся характеристика месторождения, его тип, количество и качество полезных ископаемых и другие данные, которые могут оказывать влияние на оценку экономической значимости объекта отношений в сфере недропользования. Практическая полезность и эффективность Кодекса обеспечиваются за счет соблюдения трех главных условий: прозрачности представляемой информации, ее значимости для потребителя и привлечения к составлению Публичных отчетов высококвалифицированных специалистов.

**В Канаде** с 1969 г. действует государственная система хранения, обработки, поиска и выдачи информации о недрах и недропользовании, широко используемая в государственных учреждениях и компаниях страны. Созданная система является комплексной и охватывает информацию о всех этапах (видах) пользования недрами: от геологической съемки и поисков до разведки месторождений и добычи полезных ископаемых. Почти все объекты учета в системе имеют четкую географическую привязку на основе координат и универсальной сетки Меркатора, что позволяет легко измерять расстояние на картах различного масштаба [14].

**В Индии** геологическим изучением недр и вопросами недропользования занимаются Государственная геологическая служба, Министерство горной промышленности и Федерация горно-промышленных отраслей страны. Выявленные перспективные участки недр предоставляются инвесторам на лицензионной основе для промышленной оценки. В случае положительной оценки недропользователь осуществляет детальную разведку отдельных участков месторождения с подсчетом запасов полезных



ископаемых. Еще до предоставления лицензии на право разработки месторождения недропользователь обязан представить в Горное бюро Индии план развития добычных работ, в котором должна содержаться информация о месторождении, горно-геологических условиях и технико-экономических показателях его освоения [16].

Государственный учет месторождений и минерально-сырьевых ресурсов, ведение базы данных об объектах учета возложены на Горное бюро Индии. В настоящее время система сбора данных стандартизирована и достаточно универсальна по направлениям использования. Национальный кадастр месторождений и запасов полезных ископаемых Индии (NMI) охватывает 61 вид полезных ископаемых и свыше 13 тыс. месторождений, в том числе более 7 тыс. на лицензионных участках недр.

Таким образом, объектами учета в сфере недропользования в зарубежных странах являются месторождения и заключенные в недрах запасы (ресурсы) полезных ископаемых. Системы оценки и учета объектов недропользования по своей структуре и содержанию в той или иной мере близки к кадастровому типу.

Данные систем оценки и учета объектов недропользования в зарубежных странах широко используются при информационном обеспечении решения задач управления ресурсами, в том числе при разработке государственной минерально-сырьевой политики; определении приоритетных направлений поисков и разведки месторождений полезных ископаемых; рациональном размещении предприятий отраслей, ориентированных на использование минеральных и топливно-энергетических ресурсов; реализации инвестиционных проектов дальнейшего расширения объемов национального производства в области добычи и переработки различных видов минерального сырья; разработке эффективной внешнеторговой политики, связанной с минерально-сырьевой продукцией; определении рациональных объемов финансирования минерально-сырьевого сектора экономики; определении приоритетов в

области охраны недр; обосновании дальнейшего развития государственной инфраструктуры, строительства связующих железных дорог, портов и т.д.; планировании землепользования и управлении земельным и лесным фондами, а также фондом водных ресурсов; планировании развития дотационных районов; подготовке решений административных органов, связанных с предоставлением, возобновлением и прекращением действия лицензий на добычу полезных ископаемых [13, 14].

### **6.3.5. Земельный кадастр.**

Важнейшим механизмом учета и сохранения земельных, водных и лесных ресурсов является введение государственного *кадастра* (Кадастр (от греч. Katastichun - лист, реестр) - систематизированного, официально составленного на основе периодических или непрерывных наблюдений свода основных сведений об экономических ресурсах страны.

Данные кадастров используются при установлении налогов, платы за пользование природными ресурсами, для оценки стоимости объектов при их аренде, залоге, продаже.

Различают водный, земельный, лесной и другие кадастры.

*Земельный кадастр - это совокупность достоверных и необходимых сведений о природном, хозяйственном и правовом положении земель.*

Земельный кадастр, который в настоящее время ведется практически во всех странах мира, неразрывно связан с понятиями учета, оценки состояния и использования земельных ресурсов и предполагает выделение и определение однородных по своим свойствам объектов с описанием их территориальных границ с последующим картографированием и представлением количественных и качественных характеристик. Применение данных государственного земельного кадастра в управлении земельными ресурсами обеспечивает не только повышение эффективности использования и повышения плодородия почв в сельском хозяйстве, но и сохранность и экономическую защиту ценных земель при перераспределении земельного фонда между его категориями.

Основная задача учёта земель состоит в том, чтобы дать характеристику земельного фонда по составу угодий и их подвидам, в соответствии с принятой классификацией угодий, по землепользованиям, срочности пользования, районам и другим административно-территориальным разделением. Государственный учёт земель проводится по фактическому состоянию земельных угодий на основе планово-картографических материалов и данных учёта текущих изменений, выявленных графическим способом. Особое внимание уделяется учёту орошаемых и осушенных земель. Степень детальности учёта зависит от характера использования земель и потенциальных возможностей земельных ресурсов. Наиболее детальному учёту подлежат земли сельскохозяйственного назначения и земли населённых пунктов.

В ряде стран наряду с термином «кадастр» широко используется термины «регистр (реестр) собственности» и «земельный реестр». Регистр собственности, как правило, содержит основную информацию о недвижимости в виде реестра собственности и индексных карт, которые в российской терминологии носят название кадастровых. Земельный реестр содержит исчерпывающую информацию о собственниках, а также обо всех юридических правах на соответствующий земельный участок.

Основы современного земельного кадастра в зарубежных странах заложены в 20 веке. Среди них наиболее совершенен французский земельный кадастр. Он представляет собой стройную систему учёта количества и качества земель для целей налогообложения. Французское правительство, приступив в 1925 г. к обновлению кадастра, ставило перед собой задачу осуществить работы по идентификации данных о каждом участке с целью выяснить его положение, размеры и имя владельца. Основные работы по земельному кадастру были начаты в 1930 г., практически закончены к началу 50-ых годов. Начиная с 1953 г., по всей стране проведено очередное обновление земельного кадастра, а затем работы по обновлению и переоценке земель осуществляются через каждые пять лет в соответствии с

современными требованиями. Обновление и проверка земельного кадастра возлагаются на постоянную государственную службу земельной собственности, включающую центральное, региональное и департаментское ведомства.

Экспертная оценка земель начинается с классификации, при которой определяют количество классов земель по каждому землевладению. Всего на территории Франции выделено 13 классов земель. В пределах каждого класса выделяют две типичные парцеллы - одна из наилучших, другая из наихудших земель. На основе типичных парцелл устанавливают погектарные расценки чистого дохода по классам каждого вида землевладения. Заключительным этапом оценки является классификация парцелл, при которой они распределяются по классам [17].

В США ведение земельного кадастра первоначально было нацелено на обеспечении быстрого и эффективного заселения больших территорий пустующих земель, а затем уже для решения задач, связанных с налогообложением. Изменившаяся экономическая и общественно-политическая ситуация в США привела к необходимости создания многоцелевого кадастра. Современная североамериканская земельная кадастровая система при сборе, хранении и поиске информации в качестве исходного объекта использует участок, носящий название «парцелла». Парцеллы могут быть объединены в совокупности по сегментам улиц. Выборка участков их совокупности производится по адресам, номерам знаков (столбов) землепользований и номерам парцелл. В США основой для многоцелевого кадастра служат точная геодезическая сеть, точные кадастровые карты, юридические записи о границах землепользований и данные земельного учета.

При оценке сельскохозяйственных земель основными объектами учета являются почвы и их продуктивность. Единицами, подлежащими съёмке при почвенных обследованиях, являются серии, внутри которых выделяют почвенные типы и фазы.

Данные изучения земельных ресурсов, обработанные с помощью ЭВМ, являются основой для планирования использования земель в отдельных районах, штатах и стране в целом. В базу данных информационной системы многоцелевого кадастра включены следующие файлы:

- правового описания – в графическом виде с необходимыми текстовыми дополнениями;
- учета земельной собственности – информация о каждой парцелле и любом здании внутри парцеллы;
- рыночные сведения – цена земли и расходы на ее использование, дата приобретения и аренды;
- землепользований – данные о налогоплательщиках, величине налога, коде налоговой ставки.

В Финляндии основную кадастровую деятельность по учету земель осуществляет Национальная земельная служба (НЗС). НЗС Финляндии в качестве государственной службы входит в состав Министерства сельского и лесного хозяйства. Данная служба располагает по всей стране 21 региональным офисом по землеустройству – картографическим кадастровым бюро, в его состав также входят 7 общегосударственных производственных и административных подразделений.

Английская система управления земельными ресурсами также включает разветвленную сеть различных служб, ориентированных на выполнение узко специфических управленческих функций. По существу земельный кадастр в Великобритании формируется на основе сведений нескольких органов: Национальной службы картографии, решающей вопросы создания плановой основы кадастрового учета земель; Службы земельной регистрации, ведущей реестр прав и правообладателей земли и недвижимости; Национального бюро оценки, выполняющего систематическую государственную оценку земель в целях

налогообложения. Процесс формирования кадастровых данных практически полностью автоматизирован.

Ведением земельного кадастра в Канаде занимается Служба инвентаризации земель. Она обеспечивает изучение земель по единой для всей страны программе, главная цель которой - предоставление в распоряжение федеральных и провинциальных органов точных и полных данных о потенциальной продуктивности земельных ресурсов страны.

В конце шестидесятых годов в Канаде впервые стали разрабатывать автоматизированную систему многоцелевого кадастра (земельную ГИС). В настоящее время информационные системы вводятся повсеместно.

В Дании кадастр предполагает, в основном, картирование земельных участков в крупном масштабе. Основная функция кадастровой системы – это идентификация каждого земельного участка в соответствии с действительным использованием. Цель кадастра Дании в прошлом состояла в сборе пошлин с владельцев земельных участков на основе показателя качества почв (урожайности). В настоящее время эта функция кадастра остается ключевой, но в основе расчетов лежит рыночная цена участка. Кроме того, кадастр, является основой для утверждения законных прав на землю.

В Нидерландах функциями кадастровой службы является ведение публичной книги записей, содержащей все документы по передаче собственности и установлению ссуды под залог; введение кадастровой документации на право собственности; съемка границ кадастровых участков; составление кадастровых карт с нанесенными на них участками. Кадастровая служба Нидерландов участвует в обновлении и сохранности сети триангуляции, планировании новых землепользований, а также занимается созданием, обновлением и производством крупномасштабных карт.

Ввиду различий в подходе к оценке земель для сравнительной сопоставимости качественного состояния мировых земельных ресурсов

необходима единая система классификации земель. Такая система предложена Продовольственной и сельскохозяйственной организацией (ФАО) ООН совместно с французским бюро научных и технических исследований заморских территорий и успешно применяется ФАО в тропических развивающихся странах. Классификация выделяет пять классов земли в зависимости от современной или потенциальной продуктивности почв. Классы землепригодности группируют на основе оценки физико-химических свойств почвы. В зависимости от влияния признака на общую продуктивность почв его оценивают определённым количеством баллов по стобальной шкале. Таким образом выделяют следующие классы земель по современной продуктивности:

I - очень высокой продуктивности (65-100 баллов);

II - высокой продуктивности (35-64 балла);

III - средней продуктивности (20-34 балла);

IV - низкой продуктивности (8-19 баллов);

V - очень низкой продуктивности (0- 7 баллов).

Классификация предусматривает возможность повышения продуктивности в результате мелиоративных мероприятий. Данные оценки земельных ресурсов по классификации ФАО используются при планировании развития сельского хозяйства тропических стран, а также при прогнозировании использования земель [17].

Государственный земельный кадастр в России (СССР) ведётся с 13 декабря 1968 года. Государственный земельный кадастр России, содержащий совокупность достоверных и необходимых сведений о природном, хозяйственном и правовом положении земель, включает регистрацию землепользований, учёт количества и качества земельных угодий, бонитировку почв и экономическую оценку земель [18, 19].

Государственный земельный кадастр имеет важное народнохозяйственное значение. Его данные служат для организации эффективного использования земель и их охраны, планирования народного

хозяйства, правильного размещения и специализации сельскохозяйственного производства, а также для осуществления других народнохозяйственных мероприятий, связанных с использованием земель. Научное обоснование содержания земельного кадастра и главные принципы и методы проведения земельно-кадастровых работ официально закреплены в «Основах земельного законодательства РФ».

Следовательно, земельный кадастр можно рассматривать как систему государственных мероприятий по всестороннему изучению правового, природного и хозяйственного положения земель путем проведения регистрации землепользований, учёта количества и качества земель, бонитировки почв и экономической оценки земель для организации их рационального использования в народном хозяйстве.

Материалы земельного кадастра широко применяются при решении вопросов, связанных с использованием земельных ресурсов. Учёт качества земель в системе земельного кадастра предусматривает проведение классификации не только почв, но и земель. При этом земли определяются как сложный природно-хозяйственный комплекс, в котором почва рассматривается в качестве основной составной части, наиболее полно выражающей сущность и свойства земельных ресурсов. В основу классификации земель положены их состояние и соответствующие этому производственные возможности для использования земель в сельском хозяйстве.

Основные таксономические единицы классификации земельного фонда РФ - это зональные типы земель, выделенные в процессе природно-сельскохозяйственного районирования земельного фонда страны, категории пригодности земель, классы земель.

*Зональные типы земель* территориально совпадают с границами природно-сельскохозяйственных зон и выражают зональные условия природной среды и общие направления преимущественного использования земель для земледелия, животноводства, лесного хозяйства и т.п.



*Категории пригодности земель* выделяют по основным стадиям их образования и развития в соответствии с относительным возрастом земель и основным сельскохозяйственным назначением. Действующая классификация земельного фонда предусматривает выделение следующих категорий пригодности:

I - земли, пригодные под пашню;

II - земли, пригодные преимущественно под сенокосы;

III - земли пастбищные, после улучшения могут быть пригодны под другие сельскохозяйственные угодья;

IV - земли, пригодные под сельскохозяйственные угодья после коренных мелиораций;

V - земли, малопригодные под сельскохозяйственные угодья;

VI - земли, непригодные под сельскохозяйственные угодья;

VII - нарушенные земли.

В пределах каждой категории пригодности выделяют *классы земель*. При этом учитывают главные количественные ступени развития земель в соответствии с их абсолютным возрастом, общим характером использования и агротехникой, включая степень окультуренности земель. Классы земель являются основной единицей классификации и представляют собой участки земной поверхности с близкими природными и хозяйственными качествами, характерной общностью использования, направлениями окультуривания и повышения производительности.

*Виды земель* являются основными составными частями классов природно-сельскохозяйственной зоны, провинции, горной области с соответствующими системами использования в земледелии, садоводстве, пастбищном и лесном хозяйстве и способами улучшения. По своему содержанию они соответствуют агропроизводственным группам почв, которые выделяются в процессе почвенного обследования. Всего в РФ более трёхсот видов земель.

Учёт количества и качества *земельных угодий* в пределах видов земель производится по механическому составу почв, степени засоленности, солонцеватости, кислотности, увлажнённости, заболоченности, каменистости, эродированности, рельефу местности, запасам гумуса, обеспеченности почв фосфором и калием и другим показателям.

Материалы учёта качества земель являются основой для решения всех вопросов землепользования. Функции по ведению государственного земельного кадастра осуществляет Федеральное государственное учреждение «Земельная кадастровая палата» и ее региональные подразделения. Важнейшим звеном государственного земельного кадастра страны является Земельный кадастр района. Он включает и обобщает разрозненные земельно-кадастровые данные отдельных предприятий, организаций и учреждений и служит основой для областных и краевых земельно-кадастровых служб, которые непосредственным выполнением работ по земельному кадастру не занимаются, а ведут его на основании земельных отчётов, поступающих из районов. Создаваемые таким образом региональные земельные кадастры являются основной составной частью земельного кадастра РФ.

Земельный кадастр в районе ведётся по единой общероссийской системе, порядок и содержание которой определено государством. По времени проведения и характеру выполнения работ земельный кадастр в районе подразделяется на *основной и текущий*.

*Основной земельный кадастр* заключается в получении полных и достоверных данных об общих площадях бессрочного, долгосрочного и краткосрочного пользования, составе их по угодьям, подвидам и качественному состоянию и внесении этих данных в земельно-кадастровые документы района. *Текущий земельный кадастр* содержит изменения в распределении земель между категориями, землепользователями, в составе земельных угодий и их качественном состоянии, происходящие в процессе хозяйственной деятельности.

Земельно-кадастровые документы района подразделяют на *текстовые* и *планово-картографические*.

Текстовые документы земельного кадастра подразделяют на *учётные* и *отчётные*. Основным земельно-кадастровым учётным документом района является *государственная земельно-кадастровая книга*. Государственная земельно-кадастровая книга состоит из четырёх разделов: в первом регистрируются все *землепользования района* (учитывают площади землепользований, количество земли по группам землепользователей, категориям земель, составу угодий и их подвидам, анализируют изменения площадей сельскохозяйственных угодий и их трансформацию). Во втором разделе учитывают все земли по видам угодий (учитываются зональные типы, категории пригодности, классы и виды земель, характеристики по механическому составу и признакам, влияющим на плодородие, характеристики почв пашни, характеристики сенокосов и пастбищ по культурно-техническому состоянию).

В третьем - дают характеристику качества по классам земель (приводят показатели общей оценки пашни, многолетних насаждений, сенокосов, пастбищ и всех сельскохозяйственных угодий по валовой продукции, окупаемости затрат, дифференциальному доходу и частной оценке пашни по эффективности возделывания основных сельскохозяйственных культур). В четвёртом разделе приводят данные оценки земель землепользователей в разрезе районов и городов областного, краевого и республиканского значения (по составу угодий, мелиоративному и качественному состоянию, общей и частной оценке земель). Земельный кадастр рассчитан на 7 лет, после чего заполняется новый экземпляр.

Наряду с земельным кадастром управление земельными ресурсами предусматривает ведение мониторинга земель.

*Государственный мониторинг земель*, как часть государственного мониторинга окружающей среды, включает в себя:

- сбор информации о состоянии земель,

- обработку и хранение информации и состоянии земельного фонда;
- непрерывное наблюдение за использованием земель, исходя из их целевого назначения и разрешенного использования;
- анализ и оценку качественного состояния земель с учетом воздействия природных и антропогенных факторов [19].

#### **6.4. Комплексный учет и оценка природных ресурсов (природно-экологического потенциала территорий).**

*Количественной и качественной оценкой совокупности природных ресурсов и природных условий региона является его природно-ресурсный потенциал.*

В современном природопользовании сложилось два подхода к оценке ПРП – антропоцентрический и биоцентрический. Антропоцентрический подход основан на том, что ПРП – территориальная и ресурсная база жизнедеятельности человечества. Он определяется исходным количеством и состоянием природных ресурсов, вовлекаемым в хозяйственную деятельность. Однако освоение любой территории сопровождается деградацией отдельных природных компонентов. Поэтому потенциал системы – сумма оценок природных ресурсов, малоиспользуемых (условно неизменных) и измененных в разной степени, с учетом способности природных систем к самовосстановлению и сохранению качества среды для человека.

Биоцентрический подход предполагает оценку взаимосвязей между биологическими видами и средой обитания (классическое геккелевское понимание экологии). ПРП в этом случае рассматривается как отражение в количественном аспекте некоторых критических компонентов и основных связей между животными и растениями. Человек и его хозяйственная деятельность в экосистему не входят, а рассматриваются как биологический вид. При этом понятия норматива качества среды для отдельных

биологических видов не существует и не может иметь универсального характера (закон внутреннего динамического равновесия).

Оценка ПРП производится на основе ограниченного числа параметров, характеризующих свойства природных систем, которые оцениваются и интерпретируются с точки зрения их хозяйственной ценности и значения для непосредственного существования человека на данной территории [1]. Величина ПРП природных и природно-техногенных систем количественно определяется структурой площадей различного природного или хозяйственного назначения с учетом их состояния, с привлечением показателей их репродуктивной способности или экономической ценности. Результаты таких расчетов в баллах или условных единицах приводятся, как правило, к годовой размерности.

Общий ПРП природных и природно-техногенных систем ( $P_n$ ) определяется суммой покомпонентных оценок [20]:

$$P_n = \sum_{i=1}^I \left( S_{in} * k_i + \sum_{q=1}^Q S_{iqn} * k_{iq} \right),$$

где  $n$  – индекс природной или природно-техногенной системы,  $i$  – индекс природного компонента,  $q$  – индекс вида изменения состояния природного компонента,  $S_{in}$ ,  $S_{iqn}$  – площади (объемы) индекса природного компонента – соответственно, неизмененного и претерпевшего изменения  $q$ -го вида в  $n$ -й системе  $k_i$  – удельная (нормативная) оценка неизмененного  $i$ -го природного компонента,  $k_{iq}$  – удельная оценка  $i$ -го природного компонента при  $q$ -м виде изменения.

При оценке ПРП используют такие показатели как репродуктивность территории, продуктивность коренных лесов, кормовых угодий, плодородие почв, тепло и водообеспеченность территории, а также стоимость отдельных видов ресурсов (нормативные или рыночные стоимостные величины). В отдельных случаях предлагается устанавливать в зависимости от характера и степени изменения состояния отдельных природных ресурсов стоимостные оценки с введением понижающих коэффициентов или привлечением величин

затрат, необходимых для возврата данного компонента в исходное состояние. Это обеспечивает сопоставимость оценок ПРП систем несмотря на значительные различия в их структуре, обеспеченности природными богатствами и характере их использования. Природные и природно-техногенные системы сравниваются между собой на основе полученных удельных значений ПРП. Это дает возможность оценить в денежном отношении «вклад» производства или отдельного его сектора в эксплуатацию ПРП.

**Природно-ресурсный потенциал – основа устойчивого развития России.** Основная задача в определении места и роли природно-ресурсного потенциала в экономике будущего связана с необходимостью использовать его комплексно и рационально, а также сохранить природные ресурсы для будущих поколений.

Здесь можно выделить несколько моментов:

- практика хозяйствования последних показала, что регулирующую роль государства, в том числе и в определении государственной политики использования и охраны ресурсов, надо усилить путем доработки и дополнения соответствующего законодательства и нормативной базы;

- вокруг изучения, воспроизводства и охраны природно-ресурсного комплекса сосредоточен огромный научно-технический потенциал, который должен быть не только сохранен, но и развит, переориентирован на создание новых технических средств и технологий, особенно в области рационального и комплексного использования традиционных и новых ресурсов;

- весь природно-ресурсный потенциал подлежит кадастрированию и учету, паспортизации, оценке сегодняшнего состояния;

- предстоит практически заново создать экологическую индустрию от научных разработок до реализации в производственных мощностях, ориентированную не только на комплексное и более полное использование природного сырья и ресурсов, но и на охрану окружающей среды,

переработку отходов и устранение негативных последствий производства, накопившихся к настоящему времени.

Задачи государственной стратегии природопользования:

- эффективное обеспечение функций государства как собственника природных ресурсов России по их использованию, воспроизводству и охране на базе совершенствования законодательных, экономико-нормативных, научно-методических и организационно-хозяйственных подходов и мероприятий;

- уменьшение ресурсоемкости экономики, сокращение затрат природных ресурсов в расчете на единицу конечной продукции;

- использование возможностей природно-ресурсного потенциала с целью получения максимальной прибыли, в том числе для преодоления текущего кризиса и вывода России в число передовых постиндустриальных стран;

- совершенствование системы государственного регулирования в природно-ресурсной сфере (контроль, лицензирование, ресурсный аудит);

- создание эффективных экономических механизмов ресурсопользования с учетом российской специфики и повышение доли платежей за использование природных ресурсов в бюджеты всех уровней;

- решение вопроса собственности на природные ресурсы и права из этого вытекающие;

- учет региональных особенностей и приоритетов в отношении регионов со специфическими условиями хозяйствования.

Для обеспечения решения перечисленных выше задач в России необходимо формирование государственной информационной системы сбора, хранения, систематизации и обработки информации о состоянии, с одной стороны, окружающей среды, с другой—природно-ресурсного потенциала. Эта система необходима для создания банка данных о природной среде и ее ресурсах, экологических карт, фиксирующих состояние ресурсов; для ведения кадастров природных ресурсов, прогнозирования их

состояния; для обмена информацией и обеспечения ею всех органов управления, научных и общественных организаций с целью реализации приоритетного направления в пользовании ресурсами — ресурсосбережения и принципов рациональности в этой сфере деятельности. Суть их состоит в следующем:

1) природные ресурсы подлежат охране независимо от того, вовлечены они в хозяйственный оборот или нет,

2) право пользования ресурсами определяется законом о собственности, о земле, лесах, недрах и т.д.;

3) выбор экономического использования должен быть увязан с научными основами природопользования;

4) создание экономических стимулов должно учитывать бережное отношение к ресурсам; необходимо внедрение экономического и правового механизма о взаимодействии властей и пользователей ресурсами.

### **Литература к разделу 6 Оценка природно-ресурсного потенциала (ПРП).**

1. Антипова А.В. География России. Эколого-географический анализ территории. Уч пособие. М.:МНЭПУ, 2001
2. Н.Ф.Виноградова, «Природопользование». – М., 1994.
3. Реймерс Н.Ф. Природопользование. Словарь-справочник. М.: Мысль, 1990.
4. Константинов В.М., Челидзе Ю.Б. Экологические основы природопользования, „Academia, 2006, „- 208 с.
5. Лотош В.Е. Фундаментальные основы природопользования. Книга 4 Экономика природопользования. Екатеринбург: Полиграфист, 2007. – 449с.



6. Браун Л.Р., Данилов-Данильян В.И. Экоэкономика. Как создать экономику, оберегающую планету. Весь Мир, 2003,-392 с.
7. Экономика природопользования. Под ред Т.С. Хачатурова. М. МГУ, 1991.
8. ВайцеккерЭ, Ловинс Э., Ловинс Л. Фактор четыре. Новый доклад Римскому клубу. – М.: Academia, 2000).
9. [Бобылев, Ходжаев].
10. Герасимович В.Н., Голуб А.А. Методология экономической оценки природных ресурсов. М., 1988.
11. Полуэктов В.Н. Системы оценки и учета минеральных ресурсов / В.Н.Полуэктов, В.А.Ларичкин, А.Д.Федин. – М.: ООО "Геоинформцентр", 2002. – 247 с.
12. Порядок постановки запасов полезных ископаемых на государственный баланс и их списания с государственного баланса (утвержден приказом МПР России от 15.12.2006 г. № 286).
13. Кавун К.П. О системах учета и классификации запасов/ресурсов твердых полезных ископаемых, используемых в США / Геологическое изучение недр и водопользование: Экспресс-информ. – М.: ООО "Геоинформцентр", 2002. – Вып. 8, 9. – С. 6-25.
14. Mineral Commodity Summaries // U.S. Department of the interior, U.S. Geological Survey. – January, 2002.
15. Кавун К.П. Государственный учет и стандартизация требований к представлению информации о запасах/ресурсах твердых полезных ископаемых в Австралии / Геологическое изучение недр и водопользование: Экспресс-информ. – М.: ЗАО "Геоинформмарк", 2002. – Вып. 4, 5. – С. 8-23.
16. Кавун К.П. Национальный кадастр и классификация запасов твердых полезных ископаемых в Индии // Разведка и охрана недр. – 2003. – № 1. – С. 33-45.

- 17.Магазинщиков Т.Г. “Земельный кадастр” издание второе переработанное и дополненное “Охрана земельных ресурсов СССР” Москва “Агропромиздат” 1986 г.
- 18.Природопользование, охрана окружающей среды и экономика. Теория и практикум: Учебное пособие //Под ред А.П.Хустова. - М.,Изд-во РУДН. 2006. – 613 с.
- 19.Государственная кадастровая оценка сельскохозяйственных угодий Российской Федерации // Федеральная служба земельного кадастра России. М., 2000. 152 с.
- 20.Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Региональные проблемы безопасности с учетом риска возникновения природных и техногенных катастроф. -:МГФ «Знание», 1999

# ОПИСАНИЕ КУРСА И ПРОГРАММА

## ***I. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ КУРСА***

### **Цель курса:**

Основная цель курса: систематизированная подготовка специалистов в области рационального природопользования и охраны окружающей среды.

В задачи курса входит изучение:

- Взаимосвязи развития общества с освоением и использованием природных ресурсов

- Минеральных и энергетических ресурсов мира и отдельных регионов.

- Водных ресурсов.

- Земельных и почвенных ресурсов.

- Климатических и агроклиматических ресурсов.

- Лесных ресурсов.

- Геоэкологической оценки территории.

- Ресурсного обеспечения производственных потенциалов территорий.

Для направления 020800 (511100) «Экология и природопользование», специализация «Геоэкология»

Уровень обучения: магистратура

Курс обязательный, теоретический

### **Инновационность курса** состоит по:

- *содержанию*: в использовании нового междисциплинарного геоэкологического подхода при обучении методу комплексной оценки природных и производственных потенциалов территории ;

- *методике* преподавания: в применении информационных технологий и блочного метода обучения;

- *литературе*: использование текущих интернет ресурсов и широкого круга геолого-географической литературы;

- *организации* учебного процесса: в применении кредитно-модульной и балльно-рейтинговой системы.

### **Структура курса:**

Количество аудиторных часов: 22 лекции по 2 аудиторных часа; 14 семинаров по 2 аудиторных часа. Всего: 72 аудиторных часа.

Самостоятельная работа: 72 часа.

ИТОГО: 144 часа.

### **Темы лекций:**

- 1 лекция: Введение. История освоения человеком природных ресурсов.
- 2 лекция: Виды природных ресурсов и географические закономерности их размещения. Принципы классификации природных ресурсов. Ресурсная экологическая функция литосферы.
- 3 лекция: Минеральные ресурсы (полезные ископаемые).
- 4 лекция: Главнейшие геолого-промышленные типы месторождений металлических и неметаллических полезных ископаемых.
- 5 лекция: Лекция: Энергетические ресурсы. Геоэкологические проблемы добычи и переработки минерального и энергетического сырья.
- 6 лекция: Альтернативные источники энергии (нетрадиционные ресурсы).
- 7 лекция: Климатические ресурсы.
- 8 лекция: Агроклиматические ресурсы.
- 9 лекция: Роль современного климата в решении проблемы продовольственной безопасности России и влияние климатических изменений XXI века на агроклиматический потенциал Росси.
- 10 лекция: Климат как рекреационный ресурс.
- 11 лекция: Водные ресурсы – один из важнейших ресурсов геосферы. Экологические проблемы гидросферы Земли.
- 12 лекция: Воды Мирового океана.
- 13 лекция: Поверхностные воды суши.
- 14 лекция: Подземные воды.
- 15 лекция: Земельные ресурсы. Земельный фонд мира и его структура.
- 16 лекция: Оценка агроприродного потенциала.
- 17 лекция: Лесные ресурсы мира.
- 18 лекция: Лесной мониторинг. Охраняемые лесные территории.
- 19 лекция: Общая характеристика природно-ресурсного потенциала.
- 20 лекция: Общие вопросы экономической оценки природных ресурсов
- 21 лекция: Системы учета и оценки отдельных видов ресурсов
- 22 лекция: Природно-экологический потенциал территории.

### **Темы семинарских занятий:**

- 1 семинар: Человек и окружающая среда. Проблемы природопользования и истощаемость ресурсной базы Земли.
- 2 семинар: Природный потенциал Европы: Минеральные, энергетические, водные, агроклиматические, лесные ресурсы. Экологические проблемы ресурсопользования.
- 3 семинар: Природный потенциал Северной Америки. Минеральные, энергетические, водные, агроклиматические, лесные ресурсы. Экологические проблемы ресурсопользования. Контрольная работа.
- 4 семинар: Природный потенциал Южной Америки. Минеральные, энергетические, водные, агроклиматические, лесные ресурсы. Экологические проблемы ресурсопользования.

5 семинар: Природный потенциал Африки. Минеральные, энергетические, водные, агроклиматические, лесные ресурсы. Экологические проблемы ресурсопользования.

6 семинар: Природный потенциал Азии. Минеральные, энергетические, водные, агроклиматические, лесные ресурсы. Экологические проблемы ресурсопользования.

7 семинар: Природный потенциал Австралии и Океании. Минеральные, энергетические, водные, агроклиматические, лесные ресурсы. Экологические проблемы ресурсопользования.

8 семинар: Природный потенциал Мирового океана. Минеральные, энергетические, водные, биологические. Экологические проблемы ресурсопользования. Международные проблемы ресурсопользования. Контрольная работа.

Коллоквиум.

9 семинар: Общая оценка природного потенциала России. Минеральные, энергетические, водные, агроклиматические, лесные ресурсы. Экологические проблемы ресурсопользования и возможности устойчивого развития страны.

10 семинар: Природно-ресурсный потенциал Европейской части России. Особенности формирования его ресурсной базы.

11 семинар: Природно-ресурсный потенциал Северо-Кавказского экономического района.

12 семинар: Природно-ресурсный потенциал Западно-Сибирского экономического района. Роль региона в разработке системы международной энергетической безопасности.

13 семинар: Природно-ресурсный потенциал Восточно-Сибирского экономического района.

14 семинар: Природно-ресурсный потенциал Дальневосточного экономического района. Контрольная работа.

#### **Темы коллоквиума:**

1. Особенности формирования минеральных ресурсов регионов мира.
2. Особенности формирования энергетических ресурсов регионов мира.
3. Особенности формирования водных ресурсов регионов мира.
4. Особенности формирования агроклиматических ресурсов регионов мира.
5. Особенности формирования лесных ресурсов регионов мира.
6. Экологические проблемы ресурсопользования в различных регионах.

#### **Темы рефератов.**

1. Ресурсная экологическая функция литосферы - одна из составных частей экологической геологии.
2. Способы добычи минерального и энергетического сырья. Подземная разработка.
3. Изменение природного потенциала территорий в результате освоения месторождений.

4. Металлические (рудные) полезные ископаемые. Черные и цветные металлы.

5. Металлические (рудные) полезные ископаемые. Редкие металлы.

6. Металлические (рудные) полезные ископаемые. Благородные металлы.

7. Металлические (рудные) полезные ископаемые. Радиоактивные металлы.

8. Нерудные полезные ископаемые. Агрохимическое сырье.

9. Индустриальное сырье - промышленные минералы.

10. Месторождения нефти и газа. Закономерности распределения нефти и газа в земной коре.

11. Закономерности распределения твердых горючих ископаемых в земной коре.

12. Изменение геоэкологических условий в связи с добычей и переработкой минеральных и энергетических ресурсов.

13. Управление морскими биологическими ресурсами.

14. Источники и виды загрязнения поверхностных вод.

15. Материковый лед - основной резервуар запасов пресных вод.

16. Возможности и трудности использования льда как питьевого ресурса.

17. Подземные воды, способы добычи и особенности их использования.

18. Артезианские воды, их характеристика. Основные артезианские бассейны России.

19. Подземные минеральные воды. Лечебные минеральные воды.

20. Взаимосвязь поверхностных и подземных вод – основной источник загрязнения. Оценка защищенности подземных вод от загрязнения.

21. Водопотребление в различных странах и регионах Земли.

22. Исчезающие водоемы и водотоки Земли.

23. Способы получения и обработки материалов дистанционного зондирования при исследовании природных потенциалов территорий

24. Технологические основы дешифрирования материалов дистанционного зондирования. Визуальные и визуально-инструментальные способы дешифрирования. Автоматизированные способы дешифрирования.

25. Аэрокосмические системы исследования природных ресурсов существующие в разных странах.

26. Применение материалов дистанционного зондирования Земли для изучения геосистем и их компонентов.

27. Изучение состояния земельных и лесных ресурсов, дистанционными методами.

28. Изучение состояния водных ресурсов дистанционными методами

29. Выявление техногенного воздействия в районах добычи полезных ископаемых, крупных промышленных предприятий, предприятий электроэнергетики с помощью дистанционных методов.

30. Геоинформационные системы и их использование в дистанционных и картографических методах исследования природных ресурсов.

31. Проблемы ресурсного картографирования

32. Комплексная оценка природно-производственного потенциала одного из субъектов РФ.

### Форма оценки знаний: балльно-рейтинговая система

Форма контроля:

- промежуточный – опрос на семинарах; 3 контрольные работы по предыдущим семинарам: составление комплексных геоэкологических карт территорий; коллоквиум по оценке особенностей формирования природных потенциалов различных регионов с точки зрения устойчивого развития;
- итоговый – экзамен (итоговое испытание).

Балльно-рейтинговая система оценки знаний студентов по курсу:  
Максимальное число баллов, набранных в семестре – 100

№ п/п	Вид задания	Число заданий	Кол-во баллов	Сумма баллов
1	Посещение лекций	22	0,5	11
2	Ведение конспектов	22	1	22
3	Посещение семинарских занятий	14	0,5	7
4	Работа на семинарских занятиях	14	1	14
5	Устный опрос на семинарах	2	3	6
6	Контрольные работы	3	3	9
7	Коллоквиум	1	9	9
8	Реферат	1	8	8
9	Итоговая аттестация (экзамен)	1	14	14
	<b>ИТОГО</b>			<b>100</b>

Соответствие систем оценок (используемых по пятибалльной системе) итоговой академической успеваемости, оценок ECTS и балльно-рейтинговой системы (БРС) оценок текущей успеваемости, (в соответствии с Приказом Ректора № 996 от 27.12.2006 г.).

Баллы БРС	Традиционные оценки в РФ	Баллы для перевода оценок	Оценки	Оценки ECTS
86-100	5	95-100	5+	A
		86-94	5	B
69-85	4	69-85	4	C
		61-68	3+	D
51-68	3	51-60	3	E
		31-50	2+	FX
0-50	2	0-30	2	F
51-100	Зачет		Зачет	Passed

Студенты обязаны сдавать все задания в сроки, установленные преподавателем. Работы, предоставленные с опозданием, не оцениваются, контрольные работы не переписываются. Студенты, набравшие в течение семестра не менее 37 баллов, допускаются к итоговому испытанию (зачёту, экзамену).

Посещение лекций отмечается в журнале лекций. Ведение конспектов лекций (качество) оценивается на текущих семинарских занятиях или в конце семестра (по выбору преподавателя).

Посещение семинарских занятий отмечается в журнале группы. Оценка работы на семинаре зависит от активности студента и качества его работы.

Устный опрос на семинарских занятиях проводится по следующему регламенту: всего на курс приходится 14 семинарских занятий. Из них: 1 занятие – вводное; на 3 проводятся контрольные работы; на 10 семинарах проводится устный опрос и обсуждение тем занятий, как минимум, 4 человек из группы, таким образом, каждый студент может быть устно опрошен за семестр по данному курсу 2 раза (минимум)\*.

На трёх семинарских занятиях проводятся письменные контрольные работы, а также в виде тестов.

Коллоквиум может проводиться как в письменной форме, так и письменно-устной форме в процессе индивидуального опроса преподавателем каждого студента.

После прослушивания ряда лекций и проведения семинаров по вопросам природно-производственных потенциалов различных континентов и стран студенты сдают реферат.

Студенты, набравшие менее 37 баллов в течение семестра, не допускаются к итоговой аттестации.

Итоговая аттестация включает итоговое испытание (экзамен) по теоретической части курса.

Итоговое испытание оценивается в 14 баллов, независимо от оценки, полученной в семестре.

Общее количество баллов менее 51, полученное после итоговой аттестации является неудовлетворительным.

---

\* - при численности группы – 20 человек



## **II. ПРОГРАММА КУРСА:**

### **ТЕМА 1:**

Лекция: Введение. История освоения человеком природных ресурсов.

Связь развития человеческого общества и освоения и использования природными ресурсами. Природная среда – место обитания человека и источник благ, необходимых для жизни и производственной деятельности.

История освоения человеком природных ресурсов:

- биологические ресурсы в условиях присваивающего хозяйства и эколого-географические последствия истощения этих ресурсов в локальных условиях; первые виды минеральных ресурсов, освоенных человеком. География первых горно-добывающих и металлургических регионов; изменения структуры минерально-сырьевой базы в периоды промышленных революций; современные потребности человечества в минерально-сырьевой базе.

Кризис цивилизации, неизбежность компромисса в организации системы современного природопользования, стратегия устойчивого развития, ресурсно-экологическая концепция развития. Теории управления материальными ресурсами. Структура экобаланса.

### **Рекомендуемая литература по теме**

*Обязательная:*

1. Романова Э.П., Куракова Л.И., Ермаков Ю.Г. Природные ресурсы мира. Москва. Изд. МГУ, 1993. -303с.

*Дополнительная:*

1. Лотош В.Е. Фундаментальные основы природопользования. Книга №2: "Экология природопользования" Екатеринбург: Полиграфист, 2007. – 554с.

*Использованная литература по теме*

1. Романова Э.П., Куракова Л.И., Ермаков Ю.Г. Природные ресурсы мира. Москва. Изд. МГУ, 1993. – С.5-11.

2. Природопользование. Методические основы. Екатеринбург, 2006. – С.4-7.

3. Региональное природопользование на пути к гармонии. Москва. Изд. Мысль, 1996. – С. 7-9.

4. Кашкаров Д.Н. Среда и общество (основы синэкологии). М., 1933.- С. 8-11.

### **ТЕМА 2:**

Лекция: Виды природных ресурсов и географические закономерности их размещения. Принципы классификации природных ресурсов. Ресурсная экологическая функция литосферы.

Принципы классификации природных ресурсов:

- по генезису (ресурсы литосферы, - полезные ископаемые, земельные, почвенные; ресурсы гидросферы- воды суши, в том числе и подземные, воды Мирового океана, энергия рек, приливов и отливов, ледники; ресурсы атмосферы – климатические, рекреационные, энергия ветра и солнца; ресурсы биосферы – фито и зооресурсы суши и Мирового океана)
- по направлениям использования (топливно-энергетические, для черной и цветной металлургии, химической, пищевой, лесной и деревообрабатывающей промышленности, для строительства и т.д.)
- по составу и особенностям использования (горючие, металлические и неметаллические)
- по запасам и степени исчерпаемости (исчерпаемые и неисчерпаемые, возобновляемые и невозобновляемые).

Относительность понятия исчерпаемости минеральных ресурсов, которая определяется совершенством технологии добычи и ограничивается кларком элемента.

Ресурсная экологическая функция литосферы - одна из составных частей экологической геологии.

### **Рекомендуемая литература по теме**

#### *Обязательная*

1. Романова Э.П., Куракова Л.И., Ермаков Ю.Г. Природные ресурсы мира. Москва. Изд. МГУ, 1993.- 303 с.

#### *Дополнительная:*

1. Лотош В.Е. Фундаментальные основы природопользования. Книга №2: "Экология природопользования" Екатеринбург: Полиграфист, 2007. – 554с.

2. Экологические функции литосферы /Трофимов В.Т., Д.Г.Зилинг, Т.А.Барабошкина, В.А.Богословский, А.Д.Жигалин, М.А.Харькина и др. Под ред. В.Т.Трофимова М.:МГУ, 2000. 432 с.

#### *Использованная литература по теме*

1. Романова Э.П., Куракова Л.И., Ермаков Ю.Г. Природные ресурсы мира. Москва. Изд. МГУ, 1993. – С.12-15.

2. Экологические функции литосферы / Трофимов В.Т., Д.Г.Зилинг, Т.А. Барабошкина, В.А.Богословский, А.Д. Жигалин, М.А.Харькина и др. Под ред. В.Т.Трофимова М.: МГУ, 2000. - С.22-30.

### **ТЕМА 3:**

Лекция 3: Минеральные ресурсы (полезные ископаемые).

Минеральные и энергетические ресурсы – один из компонентов, необходимых для жизни и деятельности человеческого общества. Использование природных ресурсов литосферы в сфере материального производства. Обеспеченность человеческого общества минеральными и энергетическими ресурсами.

Принципы классификации полезных ископаемых: генетическая классификация типов месторождений, классификации по виду использования полезных ископаемых.

Магматогенные месторождения. Магматические месторождения как продукт ликвационной и кристаллизационной дифференциации ультраосновных и щелочных расплавов. Месторождения магматических горных пород как источник строительного, декоративного, огнеупорного и керамического сырья.

Пегматитовые месторождения как продукты позднемагматической кристаллизации флюидизированных гранитных расплавов и постмагматического метасоматоза. Карбонатные месторождения - конечные флюидно - магматические продукты формирования массивов ультраосновных – щелочных пород и карбонатов в обстановке активизации литосферных плит.

Скарновые месторождения как послемагматические образования. Гидротермальные месторождения. Плутогенные, вулканогенные и колчеданные месторождения.

Седиментогенные месторождения. Месторождения выветривания. Остаточные и инфильтрационные месторождения.

Россыпные месторождения. Промышленные минералы россыпей, их особенности и коренные источники. Элювиальные, делювиальные, пролювиальные, аллювиальные, литоральные, гляциальные и эоловые россыпи.

Осадочные месторождения. Механическое, химическое и биохимическое осадконакопление на дне различных водоемов. Механические осадочные месторождения – источник строительных материалов. Химические (хемогенные) и биохимические месторождения – сырье химической промышленности.

Метаморфогенные месторождения. Преобразование и перегруппировка минерального вещества при локальном и региональном метаморфизме в результате изменения температуры и давления. Регионально-метаморфизованные и контактово-метаморфизованные месторождения.

### **Рекомендуемая литература по теме**

#### *Обязательная:*

1. Романова Э.П., Куракова Л.И., Ермаков Ю.Г. Природные ресурсы мира. Москва. Изд. МГУ, 1993- 303 с.
2. Геология полезных ископаемых/Учебник для высшей школы. В.И. Старостин, П.А. Игнатов. – М.: Академический Проект, 2004. – 512 с.: ил.

#### *Дополнительная:*

1. Реймерс И.Ф. Природопользование. Словарь-справочник. М., 1990.

#### *Использованная литература по теме*

1. Быховер Н.А. Размещение мировых запасов ресурсов минерального сырья по эпохам рудообразования. Москва. Изд. «Недра», 1984. – С. 9-30.

#### **ТЕМА 4:**

Лекция: Главнейшие геолого-промышленные типы месторождений металлических и неметаллических полезных ископаемых.

Черные металлы (Fe, Mn, Cr, Ti, V). Легкие (Al, Mg) и тяжелые цветные металлы (Ni, Co, Cu, Pb, Zn, Sn, W, Mo, Bi, Sb, Hg).

Редкие щелочные (Li, Rb, Cs), легкие (Be), тугоплавкие (Ta, Nb, Zr, Hf), редкоземельные (La, Y, Sc) и рассеянные (Ge, Re, Tl, Cd, Se, Te) элементы. Благородные металлы (Au, Ag, Pt, Pd, Ir, Rh, Os, Ru). Радиоактивные металлы (U, Th). Агрехимическое сырье (P, S, B, K, Na).

Индустриальное сырье - промышленные минералы: асбест, слюда, графит, флюорит, барит, магнезит, брусит, тальк. Кристаллооптическое и камнесамоцветное сырье. Строительно-индустриальные материалы.

Региональные закономерности размещения полезных ископаемых

#### **Рекомендуемая литература по теме**

##### *Обязательная:*

1. Геология полезных ископаемых/Учебник для высшей школы. В.И. Старостин, П.А. Игнатов. – М.: Академический Проект, 2004. – 512 с.: ил.

2. Авдонин В.А., Бойцов В.Е., Григорьев и др. Месторождения металлических полезных ископаемых. – 2-е изд., испр. и доп. -М.: Академический проект, Трикта, 2005.-.720 с. – («Gaudeamus»). С.8-10.

3. Еремин Н.Г. Неметаллические полезные ископаемые. Изд-во МГУ, 2004.

##### *Дополнительная:*

1. Железорудная база России /Под ред. В.П.Орлова. - 2-е издание с доп. и измен. 2000, 80 уч.-изд.л. с илл.

2. Экологические функции литосферы / Трофимов В.Т., Д.Г.Зилинг, Т.А.Барабошкина, В.А.Богословский, А.Д.Жигалин, М.А.Харькина и др. Под ред. В.Т.Трофимова М.: МГУ, 2000. 432 с.

2. Багдасаров С.Б., Чулушьян А.Н. Сырьевые ресурсы Азии, Австралии и Океании. Москва. Изд. «Наука», 1987. – 210с.

##### *Использованная литература по теме*

1. Геология полезных ископаемых/Учебник для высшей школы. В.И. Старостин, П.А. Игнатов. – М.: Академический Проект, 2004. – 512 с.: ил.

2. Железорудная база России /Под ред. В.П.Орлова. - 2-е издание с доп. и измен. 2000. – С. -18-22.

3. Экологические функции литосферы / Трофимов В.Т., Д.Г.Зилинг, Т.А.Барабошкина, В.А.Богословский, А.Д.Жигалин, М.А.Харькина и др. Под ред. В.Т.Трофимова М.: МГУ, 2000. С. - 121-130.

## **ТЕМА 5:**

Лекция: Энергетические ресурсы.

Топливо-энергетический потенциал. Образование и закономерности формирования энергетического сырья. Состав и свойства горючих ископаемых. Значение нефти, газ и угля в экономике, их место в топливно-энергетическом балансе.

Нефть. Состав нефти, физические свойства. Твердые нефтиды – продукт природного преобразования нефтей. Условия образования нефти.

Ресурс нефти. Извлекаемые запасы. Разведанные запасы. Дополнительные, предполагаемые ресурсы.

Природный газ. Состав и физические свойства природных газов. Классификация природных газов. Газогидраты - твердые растворы. Условия образования. Формы проявления, распространение. Формирование месторождений. Запасы природного газа.

Твердые горючие ископаемые (торф, уголь, горючий сланец). Состав и свойства твердых полезных ископаемых. Формирование угольных, сланцевых бассейнов и месторождений.

Уголь. Марки угля Характеристика формаций, угленосности и качества углей. Токсичные элементы в углях и экология месторождений. Разведанные запасы углей земного шара.

Уран – ресурс ядерной энергетики.

### **Рекомендуемая литература по теме**

*Обязательная:*

1. Баженова О. К. и др. Геология и геохимия нефти и газа. М.: Изд-во МГУ, 2000.
2. Вассоевич Н.Б. Нефтегазоносность осадочных бассейнов. М.: Наука, 1988, 260 с.
3. Романова Э.П., Куракова Л.И., Ермаков Ю.Г. Природные ресурсы мира. Москва. Изд. МГУ, 1993. 303с.

*Дополнительная:*

1. Тулеев А.М., Шатилов С.В. Уголь России в XXI веке проблемы и решения. Изд-во ООО Коллекция «Совершенно секретно», 2003, 301 с. С.12.).
2. Бурштар М.С., Львов География и геология нефти и газа СССР и зарубежных стран. Москва. Изд. «Недра», 1979, 220с.
3. Экологические функции литосферы / Трофимов В.Т., Д.Г.Зилинг, Т.А.Барабоскина, В.А.Богословский, А.Д.Жигалин, М.А.Харькина и др. Под ред. В.Т.Трофимова М.: МГУ, 2000. 432 с.
4. Багдасаров С.Б., Чувушьян А.Н. Сырьевые ресурсы Азии, Австралии и Океании. Москва. Изд. «Наука», 1987, 210с.

### *Использованная литература по теме*

1. Геология и геохимия нефти и газа. /Под ред.А.А.Бакирова. М.: Изд-во Недра, 1982.
2. Тулеев А.М., Шатилов С.В. Уголь России в XXI веке проблемы и решения. Изд-во ООО Коллекция «Совершенно секретно», 2003, 301 с.
3. Бурштар М.С., Львов География и геология нефти и газа СССР и зарубежных стран. Москва. Изд. «Недра», 1979. – С.44-58.
4. Симония Н.А. Энергобезопасность Запада и роль России / Россия в глобальной политике. №2. Март – Апрель 2004.- [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.globalaffairs.ru/numbers/7/>. Загл. с экрана.

### **ТЕМА 6:**

Лекция: Геоэкологические проблемы добычи и переработки минерального и энергетического сырья.

Способы добычи минерального и энергетического сырья. Подземная разработка. Разработка открытыми карьерами. Изменение геоэкологических условий в результате освоения месторождений. Отвалы и терриконы. Шламоотвалы и золоотвалы. Геодинамические процессы в отвалах. Подработанные территории. Изменение природных геохимических условий района добычи и переработки полезных ископаемых. Пылимость отвалов.

Рекультивация нарушенных земель. Классификация нарушенных земель (ГОСТ -17.5.1.02.-78). Использование породных отвалов в качестве вторичных ресурсов.

Региональные закономерности размещения топливно-энергетические ресурсов. Оценка мировых запасов топливно-энергетических ресурсов и связанные с их возможной исчерпаемостью геоэкологические и социально-экономические проблемы.

### **Рекомендуемая литература по теме**

#### *Обязательная:*

1. С.П. Горшков. Концептуальные основы геоэкологии. СГПУ, 1998, 447 с.).
2. И.Л., Машковцев, Б.И. Машковцев, Е.В. Станис, Саумитра Нараян Деб. Технология подземной добычи угля и охрана окружающей природной среды. Учебное пособие. М.: из-во РУДН, 2007, 362 с.
2. Экогеология России /Под редакцией Г.С.Вартаняна М.МГУ, 2000г. - 300 с.
3. Лотош В.Е. Фундаментальные основы природопользования. Книга №1 «Технология основных производств в природопользовании» Екатеринбург: Полиграфист, 2007. – 530с.

#### *Дополнительная:*

1. А.А.Арбатов, Л.А.Тропко, А.В.Мухин. Политика России в области природопользования и охраны окружающей среды в свете вступления во Всемирную торговую организацию 2001 г. - 209 с., ил.

2. Угольная база России /Под редакцией В.Ф.Череповского, 2002 г. - 488 с., ил.

3. Экологические функции литосферы / Трофимов В.Т., Д.Г.Зилинг, Т.А.Барабошкина, В.А.Богословский, А.Д.Жигалин, М.А.Харькина и др. Под ред. В.Т.Трофимова М.: МГУ, 2000. 432 с.

*Использованная литература по теме*

1. А.А.Арбатов, Л.А.Тропко, А.В.Мухин. Политика России в области природопользования и охраны окружающей среды в свете вступления во Всемирную торговую организацию 2001. – С. 78-112.

2. И.Л., Машковцев, Б.И. Машковцев, Е.В. Станис, Саумитра Нараян Деб. Технология подземной добычи угля и охрана окружающей природной среды. Учебное пособие. М.: из-во РУДН, 2007, 362 с.

3. Бучкин М.С., Зайцев А.С., Коробейников В.А. Оценка изменений геологической среды в районах горнодобывающих комплексов. Сб. «Влияние добычи полезных ископаемых на окружающую среду», ч.1. М.: 1989, с. 171-186.

4. Экологические функции литосферы. /под ред. В.Т.Трофимова. - М.: МГУ, 2000. 430 с. с.79/.С.143.

**ТЕМА 7:**

Лекция: Альтернативные источники энергии (нетрадиционные ресурсы).

Виды нетрадиционных ресурсов: солнечная энергия; приливная энергия; биоконверсионная энергия; геотермальная энергия. Эколого-экономические перспективы их использования как альтернативных источников энергии.

Гелиоэнергоресурсы. Варианты стратегии разработки и использования солнечной энергетики

- развитие крупномасштабных систем энергетики с применением крупных централизованных технологий усилиями объединенных наций,

- развитие систем энергетики малой мощности и локальное использование энергии в небольших масштабах как в промышленно-индустриальных, так и особенно в развивающихся странах.

Потенциал развития крупномасштабных глобальных систем солнечной энергетики. Преимущества и недостатки энергии Солнца.

Локальные системы солнечной энергии (пассивные, в которых теплота передается с помощью теплопроводности и естественной конвекции, и активные, теплоносителем в которых является воздух, вода, газ и горюче газовые смеси). Направления использования локальных систем: для отопления, охлаждения зданий, горячего водоснабжения, опреснения, получения искусственного холода, сушки, обеспечения систем связи, ирригации, производства электроэнергии, создания сварочных устройств, плавильных печей, печей для высокотемпературной обработки материалов и т.д. Получение электричества из солнечного света является наиболее перспективным направлением.

Современные солнечные электростанции и их влияние на окружающую среду.

Ветроэнергетические ресурсы. Общие принципы работы ветроэнергодвигателей. Ограничения по скорости ветра (максимальные и минимальные скорости) при работе ветроэнергетических установок. Коэффициент полезного использования (КПИ) энергии воздушного потока. Расчет удельной мощности ветрового потока. Стоимость ветровой энергии. Территориальные закономерности размещения ветроэнергетических ресурсов в России и мире. Перспективы развития ветроэнергетики. Ветроэнергетический потенциал планеты Земля. Воздействие ветроэнергетических установок на окружающую среду. Экологический ущерб и затраты на охрану окружающей среды.

### **Рекомендуемая литература по теме**

#### *Обязательная:*

1. Романова Э.П., Куракова Л.И., Ермаков Ю.Г. Природные ресурсы мира. Москва. Изд. МГУ, 1993. -303 с.
2. Быкадоров В.Ф. Нетрадиционные технологии производства электроразнообразия и окружающая среда: Учебн. Пособие/Юж.-Рос. Гос. Техн. Ун-т. – Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2004. – 72 с.

#### *Дополнительная:*

1. ВЭС Энэксис. Альтернативные источники энергии. Роторная ветроэлектростанция - актуальные технологические разработки и применение <http://www.enecsis.ru/>

#### *Использованная литература по теме*

1. Б.В. Осипов, Б.Г. Ауниня Альтернативные источники энергии. Рига, Авотс, 1990. – С.7-15.
2. Альтернативная энергетика <http://tumanov.nm.ru/>

Трудоёмкость пройденного раздела – 1 кредит.

### **ТЕМА 8:**

Лекция: Климатические ресурсы.

Понятие и общая характеристика климатических ресурсов. Климатические факторы и показатели развития общественного производства.

Классификация климатических ресурсов в зависимости от направления использования: агроклиматические, биологические, энергетические (гелиоэнергетические и ветроэнергетические), рекреационные.

Ресурсные факторы климата: воздух его состав и движение, свет, влага.



## **Рекомендуемая литература по теме**

### *Обязательная:*

1. Романова Э.П., Куракова Л.И., Ермаков Ю.Г. Природные ресурсы мира. Москва. Изд. МГУ, 1993. 303с.
2. Исаев А.А. Экологическая климатология. - М.: Научный мир. 2001- 458с.

### *Дополнительная:*

1. Борисенков Е.П. Климат и деятельность человека. – М.: Наука. 1982. - 132с.
2. Исаев А.А. Прикладная климатология. М.: МГУ. 1989. -88с.

### *Использованная литература по теме*

1. Исаев А.А. Экологическая климатология. - М.: Научный мир. 2001- 458 с.
2. Полевой А.Н. Сельскохозяйственная метеорология. СПб.: Гидрометеиздат, 1992.-424 с.

## **ТЕМА 9:**

Лекция: Агроклиматические ресурсы.

Агроклиматические ресурсы как совокупность метеорологических факторов и, в первую очередь, тепло и влага, определяющих условия производства и продуктивность сельскохозяйственных культур. Оцениваются по совокупности:

- 1) термических и световых ресурсов;
- 2) ресурсов увлажнения, включая осадки и влажность почвы;
- 3) условий перезимовки культур;
- 4) повторяемости неблагоприятные (опасные и особо опасные) явления;
- 5) оценки биологической продуктивности.

## **Рекомендуемая литература по теме**

### *Обязательная:*

1. Исаев А.А. Экологическая климатология. - М.: Научный мир. 2001- 458 с.
2. Полевой А.Н. Сельскохозяйственная метеорология. СПб.: 2. Гидрометеиздат, 1992.-424 с.

### *Дополнительная:*

1. Борисенков Е.П. Климат и деятельность человека. – М.: Наука. 1982. - 132 с.

### *Использованная литература по теме:*

1. Исаев А.А. Экологическая климатология. - М.: Научный мир. 2001- 458 с.
2. Зоидзе Е.К. Методологические основы оценок сельскохозяйственного потенциала агрометеорологических условий и почвенно-коиматических ресурсов территории. Дисс. Докт. геогр. наук. М. 1998. - С. 7-22.

## **ТЕМА 10:**

Лекция: Роль современного климата в решении проблемы продовольственной безопасности России и влияние климатических изменений 21 века на агроклиматический потенциал России.

Соотношение продуктивности в условиях интенсивного сельского хозяйства и энергозатрат. Неизбежность влияния неблагоприятных погодных факторов и климата на продуктивность даже в условиях использования методов системного ведения хозяйства (включая методы программированного получения урожая).

Изменения агроклиматических условий в основных земледельческих районах мира в соответствии с климатическими сценариями изменения климата к середине 21 века (потери в урожайности зерновых культур в высокопродуктивных регионах на юге США и в Западной Австралии, снижение урожайности в низких широтах в связи с аридизацией климата и некоторое повышение производительности земледелия в некоторых районах средних и высоких широт).

Позитивное влияние на сельскохозяйственную производительность повышения концентрации углекислого газа, благоприятствующего развитию фотосинтеза.

### **Рекомендуемая литература по теме**

#### *Обязательная:*

- 1.Исаев А.А. Экологическая климатология. - М.: Научный мир. 2001- 458 с.
- 2.Антропогенные изменения климата /М.И.Будыко, Ю.А.Израэль. –Л.: Гидрометеиздат. 1987. 353 с.

#### *Дополнительная:*

1. Семенченко Б.А., Белов П.Н. Метеорологические аспекты охраны окружающей среды. М.: МГУ. 1984. 96 с.

#### *Использованная литература по теме*

- 1.Исаев А.А. Экологическая климатология. - М.: Научный мир. 2001- 458 с.
2. Паршев А.П. Почему Россия не Америка. М.: Крымский мост. – Форум,2000. 411 с.
- 3.Переведенцев Ю.П. Верещагин М.А., Шанталинский К.Н. Современные глобальные и региональные изменения окружающей среды и климата. Казань: УНИПРЕСС. 1999. - С. 88-96 с.
- 4.Саушкин Ю.Г., Экономическая климатология, Вестн.МГУ, 1962, №6, С.17-23, с.19.
- 5.Борзенкова И.И., Будыко М.И., Бютнер Э.К. и др. Антропогенные изменения климата. – Л.:Гидрометииздат,1987. -406с., 6.Гидрометеорология и народное хозяйство. – М.:Гидрометеиздат, 1978. -351 с.
- 7.Киселев А.В. Климат в прошлом, настоящем и будущем. М.: МАИК «Наука», 2001. 351 с.

8.Берт Болин. Климат и наука, знание и понимание, необходимые для действия в условиях неопределенности. Всемирная конференция по изменению климата. Тез. докл. М., 29.09-3.10.2003. С.9-13

9.С.Манабе, Р. Везеролд. Изменение водных запасов в масштабах столетия вследствие глобального потепления. Всемирная конференция по изменению климата. Тез. докл. М., 29.09-3.10.2003. С.14-15.

10. IPCC 2001. Climate Change 2001: The Scientific Basis/ Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, 881 pp.

11.Исаев А.С., Столбовой С., Котляков В.М., Нильсон С. Маккалум И. Климатические изменения и земельные ресурсы России. Всемирная конференция по изменению климата. Тез. докл. М., 29.09-3.10.2003. 35-36.

12.Мелешко В.П., Голицын Г.С., Говоркова В.А. и др. Возможные антропогенные изменения климата России в 21веке: оценки по ансамблю климатических моделей. Всемирная конференция по изменению климата. Тез. докл. М., 29.09-3.10.2003. С.51-55.

13.Анисимов О.А. Изменения климата и вечная мерзлота: влияние на инфраструктуру севера. Всемирная конференция по изменению климата. Тез. докл. М., 29.09-3.10.2003. С. 269.

14. Кобышева Н.В., Акентьева Е.М., Ключева М.В., Пигольцина Г.Б. Климатические ресурсы развития экономики России и возможные изменения в XXI веке. Всемирная конференция по изменению климата. Тез. докл. М., 29.09-3.10.2003. С.292

15.Аналитический доклад «Природные ресурсы и окружающая среда России». Сайт «Природные ресурсы». [www.priroda.ru](http://www.priroda.ru)

16.Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Российской Федерации». Сайт Государственного комитета Российской Федерации по охране окружающей среды. [www.econom.ru](http://www.econom.ru)

Трудоёмкость пройденного раздела – 1 кредит.

### **ТЕМА 11:**

Лекция: Климат как рекреационный ресурс.

Погодно-климатические факторы как рекреационный ресурс. Акклиматизация и эффективность рекреационных и спортивных мероприятий. Метеорологические величины и явления, ограничивающие рекреационные мероприятия на открытом воздухе в условиях России (жаркая и сухая погода со средней суточной более 27<sup>0</sup>С и влажностью менее 40%; влажная и жаркая погода со средней суточной температурой более 23<sup>0</sup>С и влажностью более 90%; морозная погода со среднесуточной температурой менее -22<sup>0</sup>С и скоростью ветра более 4 м/сек; морозная погода со среднесуточной температурой воздуха менее -32<sup>0</sup>С независимо от скорости ветра; а также частичные ограничения при дневных осадках от 1 мм до 10мм и скоростях ветра по флюгеру 7-8 м/сек).

Физиологические типы погоды для отдыха, лечения и туризма для территории России. Рекреационно-климатический потенциал регионов России.

### **Рекомендуемая литература по теме**

#### *Обязательная:*

1. Исаев А.А. Экологическая климатология. - М.: Научный мир. 2001- 458 с.

#### *Дополнительная:*

1. Воронин Н.М. Основы медицинской и биологической климатологии. М.: Медицина, 1981,352 с.

#### *Использованная литература по теме*

1. Головина Е.Г. Русанов В.И. Некоторые вопросы биометрологии. СПб,1993. 90 с.

2. Вопросы климатофизиологии, климатопатологии и климатотерапии /тезисы докладов респ. науч. гонф. Ялта. 1982. 266 с. 29. Данилова Н.А. Природа и наше здоровье. М., Мысль, 1977,236с.

3. Воронин Н.М. Основы медицинской и биологической климатологии. М.: Медицина, 1981. 342 с.

### **ТЕМА 12:**

Лекция: Водные ресурсы – один из важнейших ресурсов геосферы. Экологические проблемы гидросферы Земли

Поверхностная и подземная гидросферы, их взаимосвязь и взаимообусловленность. Классификация вод планеты, единовременные запасы, активность водообмена, возобновляемые запасы. Потенциальная и реальная обеспеченность ресурсами полного речного стока в различных странах мира. Водохозяйственный баланс и его категории. Мировое водопотребление. Охрана водных ресурсов и рациональное водопользование.

### **Рекомендуемая литература по теме**

#### *Обязательная:*

1. Романова Э.П., Куракова Л.И., Ермаков Ю.Г. Природные ресурсы мира. Москва. Изд. МГУ, 1993.-291 с.

2. Яковлев И.Г. Комплексное использование водных ресурсов  
Изд-во: Высшая школа, 2005, 384 С.

#### *Дополнительная*

1. Всеволожский В.А. Основы гидрогеологии. Москва. Изд. МГУ, 1992.

2. Кононов В.М., Щвец В.М. Основы геологии и гидрогеологии. Москва. Изд. «Высшая школа», 1985.

3. Лучшева А.А. Практическая гидрология. Ленинград. Изд. «Гидрометеиздат», 1976.

4. Авакян А.Б., Широков В.М. Рациональное использование водных ресурсов — Екатеринбург: «Виктор», 1994., 320 с.

5. Черкинский С.Н. Санитарные условия спуска сточных вод в водоёмы, М.:Стройиздат,1977. 224с.

*Использованная литература по теме*

1.Ершова М.Г., Заславская М.Б., Доценко Ю.С., Эдельштейн К.К.

Практикум по гидрологии озер и водохранилищ. Москва. Изд. МГУ, 2004. – С.7-14.

2.Михайлов В.Н., Добровольский А.Д., Добролюбов С.А. Гидрология. Москва. Изд. «Высшая школа», 2005. – С. 23-35, 167-185.

3. Водные ресурсы//Урал и экология: Учебное пособие/Ред. Черняев А.М., 5.Иванова Т.П. Водные ресурсы и основы водного хозяйства. Курс лекций для студентов специальности 320600 - КИОВР. Калининград: КГТУ, 2001. - 80с.

**ТЕМА 13:**

Лекция: Воды Мирового океана.

Мировой океан – потенциальный энергетический, промышленный и питьевой ресурс. Использование мирового океана как водного ресурса. Загрязнение океана и его причины. Антропогенное воздействие на береговую зону. Океан и климат. Изменение уровня моря и его последствия.

Ресурсы Мирового океана как части гидросферы (энергетические, минеральные). Управление морскими биологическими ресурсами. Эколого-экономические проблемы опреснения вод Мирового океана, как резерва пресной воды. Методы сохранения ресурсной функции.

**Рекомендуемая литература по теме**

*Обязательная:*

1. Романова Э.П., Куракова Л.И., Ермаков Ю.Г. Природные ресурсы мира. Москва. Изд. МГУ, 1993.- 303 с.

2.Всеволожский В.А. Основы гидрогеологии. Москва. Изд. МГУ, 1992.

*Дополнительная:*

1.Михайлов В.Н., Добровольский А.Д., Добролюбов С.А. Гидрология. Москва. Изд. «Высшая школа», 2005. 329 с.

2.Водные ресурсы//Урал и экология: Учебное пособие/Ред. Черняев А.М., 2001. 121с.

*Использованная литература по теме*

1.Михайлов В.Н., Добровольский А.Д., Добролюбов С.А. Гидрология. Москва. Изд. «Высшая школа», 2005. С. 7-33, 68-70, 301-318.

2. Всеволожский В.А. Основы гидрогеологии. Москва. Изд. МГУ, 1992. – С-12-24.

3. Исследования Л.Гурвича. [Электронный ресурс] - /по материалам <http://www.seu.ru>

#### **ТЕМА 14:**

Лекция: Поверхностные воды суши

Поверхностные воды суши, особенности их использования. Формирование поверхностных вод. Гидрохимический состав. Понятие о качестве воды, методы оценки качества воды, нормы, предъявляемые к качеству воды для питьевого и хозяйственного водоснабжения.

Гидроэнергетический (теоретический и экономический) потенциал речного стока.

Основные источники и различные виды загрязнения поверхностных вод. Сточные воды промышленных предприятий и коммунального хозяйства. Сельское хозяйство - источник загрязнения поверхностных водоемов. Способы очистки и охраны поверхностных вод от загрязнения.

Материковый лед - основной резервуар запасов пресных вод. Возможности и трудности использования льда как питьевого ресурса.

#### **1. Рекомендуемая литература по теме**

*Обязательная:*

1. Михайлов В.Н., Добровольский А.Д., Добролюбов С.А. Гидрология. Москва. Изд. «Высшая школа», 2005. С. 7-33, 68-70, 301-318.

2. Романова Э.П., Куракова Л.И., Ермаков Ю.Г. Природные ресурсы мира. Москва. Изд. МГУ, 1993. -303с.

3. Яковлев И.Г. Комплексное использование водных ресурсов  
Изд-во: Высшая школа, 2005, 384 С.

*Дополнительная*

1. Всеволожский В.А. Основы гидрогеологии. Москва. Изд. МГУ, 1992.

2. Кононов В.М., Щвец В.М. Основы геологии и гидрогеологии. Москва. Изд. «Высшая школа», 1985.

3. Лучшева А.А. Практическая гидрология. Ленинград. Изд. «Гидрометеиздат», 1976.

4. Авакян А.Б., Широков В.М. Рациональное использование водных ресурсов — Екатеринбург: «Виктор», 1994., 320 с.

*Использованная литература по теме*

1. Ершова М.Г., Заславская М.Б., Доценко Ю.С., Эдельштейн К.К. Практикум по гидрологии озер и водохранилищ. Москва. Изд. МГУ, 2004.

2. Михайлов В.Н., Добровольский А.Д., Добролюбов С.А. Гидрология. Москва. Изд. «Высшая школа», 2005.

3. Гольдберг В.М. Взаимосвязь Загрязнения подземных вод и природной среды. Ленинград. Изд. Гидрометеиздат, 1987.

4. Водные ресурсы // Урал и экология: Учебное пособие / Ред. Черняев А.М.,  
5. Иванова Т.П. Водные ресурсы и основы водного хозяйства. Курс лекций  
для студентов специальности 320600 - КИОВР. Калининград: КГТУ, 2001. -  
80с.

6. Черкинский С.Н. Санитарные условия спуска сточных вод в водоёмы,  
М.: Стройиздат, 1977. 224с.

Трудоёмкость пройденного раздела – 1 кредит.

### **ТЕМА 15:**

Лекция: Подземные воды.

Подземные воды, способы добычи и особенности их использования.

Водные свойства горных пород – водопроницаемость, влагоемкость, водоотдача и др. Подземные воды, их классификация. Физические свойства и химический состав подземных вод. Основные процессы формирования подземных вод.

Основные законы движения подземных вод. Виды передвижения воды в породах. Коэффициент фильтрации и методы его определения. Запасы подземных вод.

Нормы оценки качества воды для питья и технических целей.

Грунтовые воды и верховодка. Основные типы, зональность грунтовых вод. Режим грунтовых вод.

Подземные и артезианские воды, их характеристика.

Естественные выходы подземных вод. Подземные минеральные воды. Воды нефтяных и газовых месторождений. Лечебные минеральные воды. Термальные воды.

Экологические проблемы гидросферы Земли. Взаимосвязь поверхностных и подземных вод – основной источник загрязнения. Оценка защищенности подземных вод от загрязнения.

Водопотребление в различных странах и регионах Земли. Исчезающие водоемы и водотоки Земли. Проблемы использования водных ресурсов в мире и поиски путей их решения.

### **Рекомендуемая литература по теме**

*Обязательная:*

1. Романова Э.П., Куракова Л.И., Ермаков Ю.Г. Природные ресурсы мира. Москва. Изд. МГУ, 1993. -303 с.

2. Яковлев И.Г. Комплексное использование водных ресурсов  
Изд-во: Высшая школа, 2005, 384 С.

*Дополнительная*

1. Всеволожский В.А. Основы гидрогеологии. Москва. Изд. МГУ, 1992.

Кононов В.М., Щвец В.М. Основы геологии и гидрогеологии. Москва. Изд. «Высшая школа», 1985.

2. Лучшева А.А. Практическая гидрология. Ленинград. Изд. «Гидрометеиздат», 1976.

3. Авакян А.Б., Широков В.М. Рациональное использование водных ресурсов — Екатеринбург: «Виктор», 1994., 320 с.

*Использованная литература по теме*

1. Ершова М.Г., Заславская М.Б., Доценко Ю.С., Эдельштейн К.К.

Практикум по гидрологии озер и водохранилищ. Москва. Изд. МГУ, 2004.

2. Михайлов В.Н., Добровольский А.Д., Добролюбов С.А. Гидрология. Москва. Изд. «Высшая школа», 2005.

3. Гольдберг В.М. Взаимосвязь Загрязнения подземных вод и природной среды. Ленинград. Изд. Гидрометеиздат, 1987.

4. Водные ресурсы//Урал и экология: Учебное пособие/Ред. Черняев А.М.

5. Иванова Т.П. Водные ресурсы и основы водного хозяйства. Курс лекций для студентов специальности 320600 - КИОВР. Калининград: КГТУ, 2001. - 80с.

6. Черкинский С.Н. Санитарные условия спуска сточных вод в водоёмы, М.:Стройиздат, 1977. 224с.

**ТЕМА 16:**

Лекция: Земельные ресурсы. Земельный фонд мира и его структура.

Земля как универсальный природный ресурс. Особенности земельных ресурсов (невозможность их перемещения, исчерпаемость и ограниченность пределами определенной территории, сочетание универсальности по возможностям использования и однозначности применения в каждый момент времени).

Земельный фонд. Структура земельного фонда: земли сельскохозяйственного назначения (пашня, пастбища, земли под многолетними культурами), земли, занятые под лесами, земли, занятые под населенными пунктами и транспортной сетью, малопродуктивные и непродуктивные земли. Современная обеспеченность земельными ресурсами и динамика структуры земельного фонда. Земельные ресурсы России.

Почвенные ресурсы мира. Плодородие естественное и искусственное. Бонитировка почв. Критерии бонитировки. Пути сохранения земельных и почвенных ресурсов. Учет и оценка почв и земельных ресурсов. Агроприродный потенциал и компоненты, формирующие агроприродный потенциал. Факторы и процессы, лимитирующие сельскохозяйственное использование земель. Почвенные ресурсы России. Проблемы деградации почвенного покрова в результате водной и ветровой эрозии. Химическая деградация почв. Методы оценки степени деградации почв.



## **Рекомендуемая литература по теме**

### *Обязательная:*

1. Романова Э.П., Куракова Л.И., Ермаков Ю.Г. Природные ресурсы мира. Москва. Изд. МГУ, 1993.- 291 с.
2. Добровольский Г.В., Гришина Л.А. Охрана почв, изд. МГУ, 1995, 224 с.

### *Дополнительная*

1. Государственная кадастровая оценка сельскохозяйственных угодий Российской Федерации // Федеральная служба земельного кадастра России. М., 2000. 152 с.
2. Добровольский Г.В., Гришина Л.А. Охрана почв, изд. МГУ, 1995, 224 с.
3. Оценка земельных ресурсов. Уч. пособие. Под ред. В.П.Антонова и П.Ф.Лойко. М.: Ин-т оценки природных ресурсов, 1999. 364 с.
4. Сизов А.П. Мониторинг городских земель с элементами их охраны. Учебное пособие. М., 2000.- 120 с.
5. Оценка земельных ресурсов. Уч. пособие. Под ред. В.П.Антонова и П.Ф.Лойко. М.: Ин-т оценки природных ресурсов, 1999. 364 с.

### *Использованная литература по теме*

1. Охрана почв. Сборник нормативных актов под редакцией проф. Н.Г.Рыбальского. М. изд. РЭФИА.
2. Карманов И.И. Почвенно-экологическая оценка // теоретические основы и пути регулирования плодородия почв. М.: Агропромиздат, 1991. С. 161-233.
3. Государственная кадастровая оценка сельскохозяйственных угодий Российской Федерации // Федеральная служба земельного кадастра России. М., 2000. 152 с.
4. Охрана почв. Сборник нормативных актов под редакцией проф. Н.Г.Рыбальского. М. изд. РЭФИА.
5. С.Н.Бобылев, А.Ш.Ходжаев. Экономика природопользования, М.:ИФРА-М, 2004, 501 с.)
6. Карманов И.И. Почвенно-экологическая оценка // теоретические основы и пути регулирования плодородия почв. М.: Агропромиздат, 1991. С. 161-233.
7. Государственная кадастровая оценка сельскохозяйственных угодий Российской Федерации // Федеральная служба земельного кадастра России. М., 2000. 152 с.
8. Романова Э.П., Алексеев Б.Л., Медведев А.В. Агропромышленный потенциал ландшафтов суши Земли // География и природные ресурсы. 1994, №3

### **ТЕМА 17:**

Лекция: Лесные ресурсы мира.

Биологическое, экологическое и экономическое значение лесов. Характеристики лесных ресурсов (лесопокрытая площадь, лесная площадь, лесистость, запасы древесины на корню). Два лесорастительных пояса – хвойные бореальные леса, экваториальные влажные леса. Объемы и проблемы лесопользования. Учет и охрана лесных ресурсов. Устойчивое лесопользование (управление лесами и лесными площадями и их использование с сохранением биологического разнообразия, продуктивности, способности к возобновлению, жизнеспособности, а также способность выполнять в настоящее время и в будущем соответствующие экологические, экономические и социальные функции на местном, национальном и глобальном уровнях, без ущерба для других экосистем).

#### **Рекомендуемая литература по теме**

*Обязательная:*

1. Романова Э.П., Куракова Л.И., Ермаков Ю.Г. Природные ресурсы мира. Москва. Изд. МГУ, 1993.-291 с.
2. География лесных ресурсов земного шара. М., 1960. -354 с.
3. Леса СССР, тт. 1–5. М., 1966–1970

*Дополнительная:*

1. Вальтер Г. Растительность земного шара, тт. 1–3. М., 1969–1975
2. Букштынов А.Д., Грошев Б.И., Крылов Г.В. Леса. М., 1981. -145 с.

*Использованная литература по теме*

1. Дженнингс С. Нуссбаум Р., Джадд. Н. леса высокой природоохранной ценности: практическое руководство. Москва, 2005 г. 90с.
2. Яницкая Т., ЛВПЦ в России: качество выделения в ходе сертификации и справочная информация. Устойчивое лесопользование. М., 2007. 59с.
3. Основы лесной биоценологии/Ред. В.Н. Сукачев. М., 1964.- 201 с.

### **ТЕМА 18:**

Лекция: Лесной мониторинг. Охраняемые лесные территории.

Цели и программы лесного мониторинга: получение объективной информации о состоянии лесных ресурсов, проводится по единой методике специалистами лесной службы. Включает три основных вида наблюдений: мониторинг состояния лесных ресурсов и земель лесного фонда, лесопатологический мониторинг, лесопожарный мониторинг. Режим наблюдений за динамикой лесных пожаров.

Методика оценки последствий лесных пожаров и результатов функционирования системы противопожарной охраны лесов.

Меры по повышению устойчивости лесов к неблагоприятным факторам внешней среды и улучшению их санитарного состояния.

Критерии оценки санитарного состояния лесов.

Меры по оздоровлению санитарной обстановки в лесах и повышению их устойчивости к неблагоприятным факторам внешней среды.

Лесовосстановление.

Пользование лесными ресурсами:

- заготовка древесины
- пользование недревесными продуктами леса.

Охраняемые лесные территории. Экологические проблемы лесных зон и воспроизводство лесных ресурсов.

Национальные парки как система охраны лесных ресурсов. Управление лесными ресурсами в национальных парках.

### **Рекомендуемая литература по теме**

*Обязательная:*

1. География лесных ресурсов земного шара. М., 1960. -354 с.
2. Леса СССР, тт. 1–5. М., 1966–1970
3. Пятакин В.И. Лесоэксплуатация. Академия, ИЦ, Москва. – 2006.- 243с.

*Дополнительная:*

1. Вальтер Г. Растительность земного шара, тт. 1–3. М., 1969–1975.
2. Букштынов А.Д., Грошев Б.И., Крылов Г.В. Леса. М., 1981. -145 с.

*Использованная литература по теме*

1. Петров А.А., Бельдиева А.А., Дикарева О.А., Климонтова Л.Я. Экономика лесного хозяйства. Учебник, М., 2002, 304 с.
2. Петров А.П., Филюшкина Г.Н., Куликова Е.Г., Тепляков В.К. Государственное управление лесным хозяйством, Учебник, М., 2004, 264 с.
3. Концессионное лесопользование (правовые, экономические и экологические основы). Учебное пособие, Пушкино, 2003, 190 с

Трудоёмкость пройденного раздела – 1 кредит.

### **ТЕМА 19:**

Лекция: Общая характеристика природно-ресурсного потенциала.

Понятие природно-ресурсного потенциала. Теория ноосферы В.И.Вернадского и принцип коэволюции общества и природы - основа оценки природно-ресурсного потенциала и организации природопользования региональной системы любого уровня (континент, страна, экономический район, область и т.д.).

Природно-ресурсный потенциал и природно – территориальный комплекс. Критерии природопользования: экономические, социальные, экологические, нравственные и т.д.

Экологическая емкость территории. Ресурсосбережение - производство и реализация конечных продуктов с минимальным расходом вещества и энергии на всех этапах производственного цикла и с наименьшим воздействием на человека и природные экосистемы.

Критерии эффективности рационального природопользования: экономическая, социальная и экологическая эффективность.

Понятие интегральные ресурсы и ресурсоемкость.

### **Рекомендуемая литература по теме**

*Обязательная:*

1. И. А. Карлович Геоэкология. Учебник для высшей школы Академический Проект; Альма Матер. -2005

*Дополнительная:*

1. Голицын А.Н. Инженерная геоэкология. Оникс 2007; -365 с.
2. Хаустов А.П. Природопользование, охрана окружающей среды и экономика. Теория и практикум.. М.: РУДН. 2006. -450 с.

*Использованная литература по теме*

1. Н.Н.Моисеев, Д.С.Львов, А.А.Петров, В.М.Питерский. Укрепление российской государственности: экономика, ресурсы, геополитика М. 2000. - 113 с.

2. Реймерс Н.Ф. Природопользование. Словарь-справочник. М., 1990

3. Лотош В.Е. Фундаментальные основы природопользования. Книга 4 Экономика природопользования. Екатеринбург: Полиграфист, 2007. – 449с.

4. Экологические решения в нефтегазовом комплексе. \_ Мазлова Е.А., Шагарова Л.Б., Техника, 2001, 232 с.

5. Медоуз Д. Пределы роста. 30 лет спустя. Гриф УМО по классическому университетскому образованию. М.: Академия. 2007. -200с.

6. С.Н.Бобылев, А.Ш.Ходжаев. Экономика природопользования, М.:ИФРА-М, 2004, 501 с.

### **ТЕМА 20:**

Лекция. Общие вопросы экономической оценки природных ресурсов

В современном мировом хозяйстве сложился техногенный, природоемкий тип производства, для которого характерны значительные внешние последствия экономической деятельности (*экстерналии*) и сверхэксплуатация природы.

Природно-ресурсный потенциал должен иметь стоимостное выражение и его оценка должна включать не только оценку запасов природных ресурсов, используемых непосредственно в производстве, но и экологических услуг. Неадекватная оценка природных ресурсов приводит к занижению эффектов от экологизации экономики.

### **Рекомендуемая литература по теме**

*Обязательная:*

1. Константинов В.М., Челидзе Ю.Б. Экологические основы природопользования,. Academia, 2006, - 208 с.

2. Дьяконов К.Н., Дончева А.В. Экологическое проектирование и экспертиза, Аспект-Пресс, 2005, -384 с.

*Дополнительная:*

1. Браун Л.Р., Данилов-Данильян В.И. Экоэкономика. Как создать экономику, оберегающую планету. Весь Мир, 2003,-392 с.

2. Голицын А.Н. Инженерная геоэкология. Оникс 2007; -365 с.

3. Хаустов А.П. Природопользование, охрана окружающей среды и экономика. Теория и практикум.. М.: РУДН. 2006. -450 с.

*Использованная литература по теме*

1. Алексеенко В.А. Жизнедеятельность и биосфера. Логос, 2005 -323 с.

2. Лотош В.Е. Фундаментальные основы природопользования. Книга 4 Экономика природопользования. Екатеринбург: Полиграфист, 2007. – 449 с.

3. Медоуз Д. Пределы роста. 30 лет спустя. Гриф УМО по классическому университетскому образованию. М.: Академия. 2007. -200 с.

4. С.Н.Бобылев, А.Ш.Ходжаев. Экономика природопользования, М.:ИФРА-М, 2004, 501 с.

**ТЕМА 21:**

Лекция: Системы учета и оценки отдельных видов ресурсов

Оценка природно-ресурсного потенциала предполагает не только определение стоимости природных ресурсов и благ, но и их учет. В качестве объектов учета рассматриваются как единичные природные ресурсы, так и объекты природопользования.

Учет минеральных ресурсов. В России основными системами учета минерально-сырьевых ресурсов являются ведение государственного баланса запасов полезных ископаемых (ГБЗ) и государственного кадастра месторождений и проявлений полезных ископаемых (ГКМ). ГКМ включает в себя сведения по каждому месторождению (количество и качество основных и совместно с ним залегающих полезных ископаемых, содержащиеся в них компоненты, горно-технические, гидрогеологические, экологические и другие условия разработки), геолого-экономическую оценку каждого месторождения, а также сведения по выявленным проявлениям полезных ископаемых.

ГБЗ должен содержать сведения об объемах, качестве и степени изученности запасов каждого вида полезных ископаемых по месторождениям, имеющим промышленное значение, об их размещении, степени промышленного освоения, добыче, потерях и обеспеченности промышленности разведанными запасами полезных ископаемых на основе классификации запасов месторождений полезных ископаемых

Важнейшим механизмом учета и сохранения земельных, водных и лесных ресурсов является введение государственного кадастра систематизированный, официально составленный на основе периодических

или непрерывных наблюдений свод основных сведений об экономических ресурсах страны.

Данные кадастров используются при установлении налогов, платы за пользование природными ресурсами, для оценки стоимости объектов при их аренде, залоге, продаже.

Различают водный, земельный, лесной и другие кадастры. Земельный кадастр - это совокупность достоверных и необходимых сведений о природном, хозяйственном и правовом положении земель.

### **Рекомендуемая литература по теме**

#### *Обязательная:*

1. Константинов В.М., Челидзе Ю.Б. Экологические основы природопользования. Academia, 2006, - 208 с.
2. Дьяконов К.Н., Дончева А.В. Экологическое проектирование и экспертиза, Аспект-Пресс, 2005, -384 с.

#### *Дополнительная:*

1. Браун Л.Р., Данилов-Данильян В.И. Экоэкономика. Как создать экономику, оберегающую планету. Весь Мир, 2003,-392 с.
2. Голицын А.Н. Инженерная геоэкология. Ониск 2007; -365 с.
3. Хаустов А.П. Природопользование, охрана окружающей среды и экономика. Теория и практикум.. М.: РУДН. 2006. -450 с.

#### *Использованная литература по теме*

1. Алексеенко В.А. Жизнедеятельность и биосфера. Логос, 2005 -323 с.
2. Лотош В.Е. Фундаментальные основы природопользования. Книга 4 Экономика природопользования. Екатеринбург: Полиграфист, 2007. – 449 с.
3. Медоуз Д. Пределы роста. 30 лет спустя. Гриф УМО по классическому университетскому образованию. М.: Академия. 2007. -200 с.
4. С.Н.Бобылев, А.Ш.Ходжаев. Экономика природопользования, М.:ИФРА-М, 2004, 501 с.

### **ТЕМА 22:**

Лекция: Природно-экологический потенциал территории.

Комплексный учет и оценка природных ресурсов (природно-экологического потенциала территорий)

В современном природопользовании сложилось два подхода к оценке ПРП – антропоцентрический и биоцентрический. Оценка ПРП производится на основе ограниченного числа параметров, характеризующих свойства природных систем, которые оцениваются и интерпретируются с точки зрения их хозяйственной ценности и значения для непосредственного существования человека на данной территории

Государственная стратегия природопользования: необходимость комплексного и рационального использования природно-ресурсного потенциала для его сохранения для будущих поколений.

## **Рекомендуемая литература по теме**

### *Обязательная:*

1. Константинов В.М., Челидзе Ю.Б. Экологические основы природопользования,. Academia, 2006, - 208 с.
2. Дьяконов К.Н., Дончева А.В. Экологическое проектирование и экспертиза, Аспект-Пресс, 2005, -384 с.

### *Дополнительная:*

1. Браун Л.Р., Данилов-Данильян В.И. Экоэкономика. Как создать экономику, оберегающую планету. Весь Мир, 2003,-392 с.
2. Голицын А.Н. Инженерная геоэкология. Оникс 2007; -365 с.
3. Хаустов А.П. Природопользование, охрана окружающей среды и экономика. Теория и практикум.. М.: РУДН. 2006. -450 с.

### *Использованная литература по теме*

1. Алексеенко В.А. Жизнедеятельность и биосфера. Логос, 2005 -323 с.
2. Лотош В.Е. Фундаментальные основы природопользования. Книга 4 Экономика природопользования. Екатеринбург: Полиграфист, 2007. – 449 с.
3. Медоуз Д. Пределы роста. 30 лет спустя. Гриф УМО по классическому университетскому образованию. М.: Академия. 2007. -200 с.
4. С.Н.Бобылев, А.Ш.Ходжаев. Экономика природопользования, М.:ИФРА-М, 2004, 501 с.

## УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Цель: систематизированная подготовка магистров-экспертов по условиям труда и окружающей работника среде.

Категория слушателей: лица с высшим образованием, специалисты, работающие в области охраны труда: инженеры по охране труда в организациях, государственные и профсоюзные инспектора по охране труда, уполномоченные (доверенные) лица по охране труда профсоюзных организаций.

Срок обучения: Количество аудиторных часов: 22 лекции по 2 аудит. часа; 14 семинаров по 2 аудит. часа. Всего: 72 аудит. часа.

Самостоятельная работа: 72 часа.

ИТОГО: 144 часа.

Форма обучения: очная и очно-заочная

№	Название разделов, дисциплин и тем.	Всего час.	в том числе			Форма контроля
			лекции	семинарские занятия	самостоятельная работа	
1	2	3	4	5	6	7
1	<b>Общая характеристика природных ресурсов.</b>	12	4	2	6	
1.1	Введение. История освоения человеком природных ресурсов	4	2		2	
1.2.	Виды природных ресурсов и географические закономерности их размещения. Принципы классификации природных ресурсов. Ресурсная экологическая функция литосферы.	4	2		2	
	<b>Семинар.</b> Человек и окружающая среда. Проблемы природопользования и истощаемость ресурсной базы Земли.	4		2	2	Устный опрос
2.	<b>Минеральные и энергетические ресурсы.</b>	20	10		10	
2.1.	Минеральные ресурсы (полезные ископаемые).	4	2		2	



1	2	3	4	5	6	7
2.2.	Главнейшие геолого-промышленные типы месторождений металлических и неметаллических полезных ископаемых.	4	2		2	
2.3.	Энергетические ресурсы.	4	2		2	
2.4.	Геоэкологические проблемы добычи и переработки минерального и энергетического сырья.	4	2		2	
2.5	Альтернативные источники энергии (нетрадиционные ресурсы).	4	2		2	
3.	<b>Климатические ресурсы</b>	16	8		8	
3.1.	Общая характеристика климатических ресурсов.	4	2		2	
3.2.	Агроклиматические ресурсы.	4	2		2	
3.3.	Роль современного климата в решении проблемы продовольственной безопасности России и влияние климатических изменений 21 века на агроклиматический потенциал России.	4	2		2	
3.4.	Климат как рекреационный ресурс.	4	2		2	
4.	<b>Водные ресурсы</b>	16	8		8	
4.1	Водные ресурсы – один из важнейших ресурсов геосферы. Экологические проблемы гидросферы Земли.	4	2		2	
4.2.	Воды Мирового океана.	4	2		2	
4.3.	Поверхностные воды суши	4	2		2	
4.4.	Подземные воды.	4	2		2	
5	<b>Земельные и лесные ресурсы</b>	40	6	14	20	
5.1	Земельные ресурсы. Земельный фонд мира и его структура	4	2		2	
5.2.	Лесные ресурсы мира	4	2		2	
5.3.	Лесной мониторинг. Лесная сертификация. Охраняемые лесные территории.	4	2		2	

1	2	3	4	5	6	7
	<b>Семинар:</b> Природный потенциал Европы: минеральные, энергетические, водные, агроклиматические, лесные ресурсы. Экологические проблемы ресурсопользования.	4		2	2	Устный опрос
	<b>Семинар:</b> Природный потенциал Северной Америки. Минеральные, энергетические, водные, агроклиматические, лесные ресурсы. Экологические проблемы ресурсопользования.	4		2	2	Устный опрос
	<b>Семинар:</b> Природный потенциал Южной Америки. Минеральные, энергетические, водные, агроклиматические, лесные ресурсы. Экологические проблемы ресурсопользования. Контрольная работа.	4		2	2	Контрольная работа
	<b>Семинар:</b> Природный потенциал Африки. Минеральные, энергетические, водные, агроклиматические, лесные ресурсы. Экологические проблемы ресурсопользования.	4		2	2	Устный опрос
	<b>Семинар:</b> Природный потенциал Азии. Минеральные, энергетические, водные, агроклиматические, лесные ресурсы. Экологические проблемы ресурсопользования.	4		2	2	Устный опрос
	<b>Семинар:</b> Природный потенциал Австралии и Океании. Минеральные, энергетические, водные, агроклиматические, лесные ресурсы. Экологические проблемы ресурсопользования.	4		2	2	Устный опрос

1	2	3	4	5	6	7
	<b>Семинар:</b> Природный потенциал Мирового океана. Минеральные, энергетические, водные, биологические. Экологические проблемы ресурсопользования. Международные проблемы ресурсопользования Контрольная работа	4		2	2	Контрольная работа
6	Оценка природно-ресурсного потенциала (ПРП)	36	8	12	20	
6.1	Общая характеристика ПРП.	4	2		2	
6.2	Общие вопросы экономической оценки природных ресурсов	4	2		2	
6.3	Системы учета и оценки отдельных видов ресурсов		2			
6.4	Комплексный учет и оценка природных ресурсов (природно-экологического потенциала территорий)	4	2		2	
						Коллоквиум
	<b>Семинар:</b> Общая оценка природного потенциала России. Минеральные, энергетические, водные, агроклиматические, лесные ресурсы. Экологические проблемы ресурсопользования и возможности устойчивого развития страны.	4		2	2	Устный опрос
	<b>Семинар:</b> Природно-ресурсный потенциал Европейской части России. Особенности формирования его ресурсной базы.	4		2	2	Устный опрос
	<b>Семинар:</b> Природно-ресурсный потенциал Северо-Кавказского экономического района.	4		2	2	Устный опрос

1	2	3	4	5	6	7
	<b>Семинар:</b> Природно-ресурсный потенциал Западно-Сибирского экономического района. Роль региона в разработке системы международной энергетической безопасности	4		2	2	Устный опрос
	<b>Семинар:</b> Природно-ресурсный потенциал Восточно-Сибирского экономического района.	4		2	2	Устный опрос
	<b>Семинар:</b> Природно-ресурсный потенциал Дальневосточного экономического района Контрольная работа	4		2	2	Контрольная работа
	Итоговый контроль:					Итоговое испытание (экзамен)
	Итого:	144	44	28	72	