

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РГАУ МСХА-им. К.А.Тимирязева
институт природообустройства им. А.Н.Костякова

И.В. ГЛАЗУНОВА, В.Н. МАРКИН, Л.Д. РАТКОВИЧ,
С.А. ФЕДОРОВ, В.В.ШАБАНОВ

ОЦЕНКА РЕСУРСОВ БАССЕЙНА РЕКИ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ



Москва 2015

И.В. ГЛАЗУНОВА, В.Н. МАРКИН, Л.Д. РАТКОВИЧ,
С.А. ФЕДОРОВ, В.В.ШАБАНОВ

ОЦЕНКА И БАЛАНС РЕСУРСОВ БАССЕЙНА РЕКИ

С УЧЕТОМ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Учебное пособие

Рекомендовано
Методической комиссией
в качестве учебного пособия для студентов,
очного и заочного отделения факультетов
«Природообустройство и водопользование»,
«Техногенной безопасности, экологии и приро-
допользования»

Москва 2015

ББК 31.5
УДК 628.1

Рецензенты:

Л.В. Кирейчева,

д.т.н, профессор, зам. Директора по науке ВНИИГиМ

Н.П. Карпенко

*профессор кафедры гидрогеологии и инженерной геологии ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет природообустройства»,
доктор технических наук*

Глазунова, И.В. Оценка и баланс ресурсов бассейна реки с учетом антропогенного воздействия: учебное пособие/И.В. Глазунова [и др.] -М.:МГУП, 2015.- 159с.

ISBN 5-89231-111-2

В пособии рассматривается подход к анализу природных ресурсов, оценки их количества и качества, выявление уровня использования, обеспеченности ресурсами населения и отраслей хозяйства на основе баланса ресурсов, а также оценки антропогенного воздействия на окружающую среду в результате использования ресурсов, осуществляемого на территории бассейна реки. Приводятся примеры обосновывающих расчетов.

Учебное пособие может быть использовано студентами, обучающимися по направлениям подготовки: 20.03.01 (280700) «Техносферная безопасность»; 05.03.06 (022000) «Экология и природопользование»; 280401.65 Мелиорация, рекультивация и охрана земель, квалификация – инженер, 280402.65 Природоохранное обустройство территорий, квалификация; 280301.65 Инженерные системы сельскохозяйственного водоснабжения, обводнения и водоотведения; 280302.65 Комплексное использование и охрана водных ресурсов; института выходного дня, очного и заочного обучения, а также при выполнении дипломных проектов.

Таб. 22, ил. 14. Библиогр. назв. 21

© И.В. Глазунова, В.Н. Маркин, Л.Д. Раткович,
С.А. Федоров, В.В. Шабанов

**ИРИНА ВИКТОРОВНА ГЛАЗУНОВА,
ВЯЧЕСЛАВ НИКОЛАЕВИЧ МАРКИН,
ЛЕВ ДАНИЛОВИЧ РАТКОВИЧ,
СЕРГЕЙ АНАТОЛЬЕВИЧ ФЕДОРОВ
ВИТАЛИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ ШАБАНОВ**

**БАЛАНС РЕСУРСОВ РЕЧНОГО
БАССЕЙНА**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

КОМПЬЮТЕРНАЯ ВЕРСТКА: И.В.ГЛАЗУНОВА, В.Н.МАРКИН

ISBN 978-5-89231-407-7



Объем 6,5 уч.-изд. л.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	11
ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ	12
1.КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕСУРСОВ	18
1.1 Земельны ресурсы	18
1.2 Агроклиматические ресурсы.....	22
1.3 Водные ресурсы.....	24
1.4 Энергетические ресурсы.....	25
1.5 Минеральные ресурсы.....	29
1.6 Биологические ресурсы	30
2.ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ РЕЧНОГО БАССЕЙНА	33
2.1 Земельные ресурсы, структура землепользования на объекте, баланс земельных ресурсов	33
2.2Определение запасов деловой древесины	35
2.3. Определение запасов торфа	36
2.4. Расчет энергии ветра.....	37
2.5.Водные ресурсы.....	38
2.5.1.Поверхностные воды (речной сток)	38
2.5.2.Определение объемов экологического стока реки.....	41
2.5.4.Водные энергоресурсы	42
2.6 Агроклиматические ресурсы.....	43
2.6.1. Оценка тепло и влагообеспеченность территории бассейна реки	43
2.6.2.Оценка соответствия агроклиматических ресурсов местности требованиям выращиваемых растений	44
2.6.3. Характеристика водно-термических условий внешней среды	49
2.7 Сельскохозяйственные (материальные) ресурсы.....	52
2.7.1 Определение продуктивности кормовой базы животноводства.....	52
2.7.2 Определение потенциальной численности крупного рогатого скота	53

2.7.3.Потенциальный выход молока и мяса	54
2.7.4. Оценка урожая сельскохозяйственных культур	54
3. БАЛАНС РЕСУРСОВ	55
3.1 Оценка располагаемых ресурсов.....	55
3.1.1 Располагаемые ресурсы древесины	56
3.1.2 Располагаемые водные ресурсы	56
3.1.3 Использование торфа для отопления сельских домов	58
3.1.4 Ветровая энергия	60
3.1.5 Использование водной энергии.....	61
3.2 Оценка обеспеченности ресурсами	62
3.2.1.Обеспеченность населения водными ресурсами	62
3.2.2 Обеспеченность населения продуктами животноводства	63
3.2.3 Обеспеченность населения продуктами растениеводства	64
3.2.4 Обеспеченность животноводства кормовой базой.....	65
3.2.5 Обеспеченность населения энергоресурсами.....	65
4.ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ	83
4.1 Оценка загрязненности воды по длине реки	83
4.1.2 Распределения объемов воды по длине реке	87
4.1.3 Расчет концентраций загрязняющих веществ по участкам реки .	88
4.2.Прогноз изменения запасов гумуса в почве.....	89
4.2.1Оценка содержания гумуса в почве	92
4.2.2 Расчет коэффициента минерализации гумуса	92
4.2.3 Расчет баланса гумуса под культурами	93
4.2.4.Природоохранные мероприятия.....	94
4.3.Прогноз вымыва пестицидов для сельскохозяйственных угодий	97
4.3.1.Расчет концентрации пестицидов в дренажном стоке.....	101
4.4 Природоохранные мероприятия.....	105
ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ РАЗДЕЛОВ РАБОТЫ	109
ВВЕДЕНИЕ.....	109
I. ЗАКОНОДАТЕЛЬНАЯ БАЗА И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	109

II. КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА РЕСУРСОВ	111
II.1. Природные ресурсы	111
II.1.1. Земельные ресурсы.....	111
II.2.3.Потенциальный выход молока и мяса	125
II.2.4. Оценка урожая сельскохозяйственных культур	125
III. БАЛАНС РЕСУРСОВ.....	126
III.1 Оценка располагаемых ресурсов	126
III.1.1 Располагаемые ресурсы древесины	127
III.1.2 Располагаемые водные ресурсы.....	127
III.1.3 Использование торфа для отопления сельских домов	129
III.1.4 Ветровая энергия.....	131
III.1.5 Использование водной энергии	131
III.2 Оценка обеспеченности ресурсами.....	132
III.2.1.Проверка обеспеченности населения водными ресурсами	132
III.2.2 Обеспеченность населения продуктами животноводства	132
III.2.3Обеспеченность населения продуктами растениеводства.....	133
III.2.4 Обеспеченность кормовой базы животноводства	133
III.2.5 Обеспеченность населения энергоресурсами	134
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	138
Приложение 1 Значения модульных коэффициентов	
поверхностного..... стока $K_p\%$ ($C_s=2C_v$)	138
Приложение 2 Гидроэнергетический потенциал	139
Приложение 3 Климатические характеристики	140
Приложение 4 Характеристики растений и почв	144
Приложение 5 Исходные данные для расчетов загрязнения природных	
вод пестицидами.....	146
Приложение 6 Плотность населения по регионам России.	150
Приложение 7 Средняя скорость ветра по регионам России.....	151
Приложение 8 Соотношение численности городского и сельского	
населения	152

Приложение 9 Структура водопотребления из поверхностных и подземных источников в областях России.....	153
Приложение 10 Характеристики природных ресурсов.....	154
Приложение 11 Образец титульного листа.....	156
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И СПРАВОЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ	158

ВВЕДЕНИЕ

Цель работы: оценить природные ресурсы бассейна реки, обеспеченность населения и отраслей экономики различными видами ресурсов и оценка воздействия хозяйственной деятельности на природные ресурсы.

В работе решаются задачи:

1) оценка количества природных ресурсов на объекте:

- земельных ресурсов и структура землепользования;
- запасов деловой древесины;
- запасов торфа;
- энергии ветра и энергии запасенной в древесине и торфе;
- ресурсов поверхностных и подземных вод;
- водных энергоресурсов;
- агроклиматических ресурсов.

2) оценка обеспеченности населения:

- водными ресурсами;
- энергетическими ресурсами;
- сельскохозяйственными ресурсами;

3) определяется уровень допустимого использования природных ресурсов;

4) оценка воздействия антропогенной деятельности на водные и земельные ресурсы:

- прогноз изменения содержания гумуса на сельскохозяйственных угодьях;
- оценка воды по длине реки.
- прогноз вымыва пестицидов с сельскохозяйственных угодий.

5) обосновываются мероприятия по охране природных ресурсов объекта и делается оценка их эффективности.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Ресурсопользование (природопользование) - это использования природных ресурсов, в процессе общественного производства, для удовлетворения материальных и культурных потребностей общества.

Ресурсы - любые источники и предпосылки получения необходимых людям материальных и духовных благ, которые можно реализовать при существующих технологиях и социально-экономических отношениях.

Ресурсами являются:

материальные объекты (территории для размещения антропогенных структур и отходов, водные источники, сельскохозяйственные земли, древесина, атмосферный воздух);

продукты (сельскохозяйственные, промышленные, лесные ягоды, грибы)

духовные блага, которые человек получает от общения с Природой.

Таким образом различают три вида ресурсов: природные, материальные и трудовые.

Природные ресурсы - природные объекты и явления, используемые человеком для прямого и косвенного потребления, для создания материальных богатств, воспроизводству трудовых ресурсов, поддержанию условий существования человечества и повышающих качество жизни.

Материальные ресурсы - накопленные в ходе экономической деятельности вещественные богатства, находящиеся на службе у общества.

Трудовые ресурсы - количество, образовательно-культурный уровень и состояние здоровья части населения, занятой общественно полезным трудом.

В свою очередь, природные ресурсы классифицируются по исчерпаемости и возобновляемости. По исчерпаемости природные ресурсы делятся на исчерпаемые и неисчерпаемые.

Исчерпаемые ресурсы - природные ресурсы, запасы которых снижаются под деятельностью человека.

Неисчерпаемые ресурсы - природные ресурсы, недостаток которых не ощущается сейчас и в обозримом будущем.

Понятие неисчерпаемости относительно, т.к. все ресурсы на Земле ограничены, а значит исчерпаемы. Кроме того, антропогенная деятельность приводит к ухудшению качества используемых природных богатств, что делает их менее пригодными для хозяйственной деятельности человека. Например, загрязнение водных объектов приводит к гибели организмов, резкому снижению самоочищающей способности воды. Это сопровождается развитием болезнетворных организмов, ухудшается санитарное состояние водного объекта. Данные процессы могут привести к деградации данной экосистемы, т.е. исчезновению водного ресурса.

Исчерпаемые природные ресурсы делятся на возобновляемые и невозобновляемые.

Возобновляемые ресурсы - природные ресурсы, которые в процессе биологического круговорота веществ могут восстанавливать свои запасы, за время соизмеримое с темпами хозяйственной деятельности. К ним относятся: водные ресурсы, биологические, ресурсы атмосферы, почвы. Следует учитывать, что если скорость изъятия ресурса превысит скорость его самовосстановления, способность к самовозобновлению будет нарушена.

Невозобновляемые ресурсы - не способные к самовосстановлению природные ресурсы за время соизмеримое с темпами хозяйственной деятельности человека.

Ресурсы характеризуются запасами (их количеством). Например: объем воды в озере, энергетический потенциал речных вод, площадь суши, которую можно использовать для сельскохозяйственных целей. Запасы ресурсов бывают доступные и потенциальные. **Доступные запасы ресурсов** - объем ресурса, выявленный современными методами разведки, технически доступные и экономически рентабельные. Например:

- современными методами исследования можно достаточно точно определить объем стока воды в реке, современными техническими средствами забрать необходимую для потребления часть (насосными станциями или самотечными способами) и использовать для производства продукции или водоснабжения населения;
- техническими средствами определяется скорость ветра, его направление и повторяемость ветров для целей получения электроэнергии с помощью современных ветровых установок.

Все это доступные запасы ресурсов. Однако при этом, например, использование воды для водоснабжения населения, осуществляется с эффективностью 20...30%, большая часть использованных водных ресурсов сбрасывается в водные объекты в загрязненном виде. Энергии ветра используется менее чем на 1%. В реальных условиях сельскохозяйственного производства получают 30% процентов возможного урожая выращиваемых культур. Таким образом, большая часть ресурсов в современных условиях не используется, но может быть использована в будущем. Поэтому введено понятие **потенциальные запасы ресурсов** - определенные на основе расчетов или рекогносцировочных изысканий, которые могут быть использованы в будущем. Таким образом, потенциальные запасы больше, чем доступные.

Использование природных ресурсов характеризуется **уровнем изъятия**, (скоростью забора из природной среды). Например: речная вода возобновляется примерно за 10...12 суток. Это происходит в результате поступления стоков с водосборной площади (которые образуются в результате таяния снега и выпадения дождей) или питания реки подземными водами.

Использование природных ресурсов должно быть рациональным, удовлетворяющим потребности человека и сохраняющим природу.

Рациональное ресурсопользование (природопользование) - система деятельности, призванная обеспечить экономию природных ресурсов и условий наиболее эффективного их воспроизводства, с учетом перспективных интере-

сов развивающегося хозяйства и сохранения здоровья людей. Ресурсопользование рассматривает вопросы:

- исследование и определение запасов ресурсов;
- классификация ресурсов;
- разработка технологий комплексного их использования;
- мониторинг состояния окружающей среду;
- охрана природы и восстановление нарушенных природных объектов.

У человека своеобразное отношение к природе. Если животные только приспособляются к окружающему миру, то человек активно приспособливает его к себе. При этом создается критическая ситуация, которую образуют две негативные тенденции.

Потребление ресурсов превышает темпы их естественного воспроизводства. Например, снижение почвенного плодородия на 1% (по снижению содержания гумуса) происходит за 25...15 лет, а компенсация его в природных условиях происходит в течении 60...100лет. При этом для сохранения прежней урожайности сельскохозяйственных растений необходимо увеличить затраты на их выращивание на 10% [Реймерс, 1990].

Загрязнение и засорение биосферы, в результате образования отходов производства и быта, при использовании природных ресурсов. Это нарушает глобальный круговорот веществ, создавая угрозу существования биоты и здоровью человека. Так, загрязнение атмосферы привело к глобальному изменению климата, образованию озоновых «дыр», таянию ледников и др.

Данные тенденции являются «продуктом» **нерационального ресурсопользования, которое ведет к истощению, загрязнению и засорению природной среды, что сопровождается резким ухудшением условий существования человека.** В этом случае происходят экологические кризисы и катастрофы.

Экологический кризис - напряженное состояние между человеком и природой, характеризующееся несоответствием развития производственных сил и производственных отношений в человеческом обществе возможностям Биосферы. Кризисы это обратимое явление, которое человек в состоянии устранить путем проведения природоохранных мероприятий. В отличие от кризисов, **экологическая катастрофа**, явление необратимое, и представляет собой, аномальное явление, вызванное природными и антропогенными факторами.

Характеристика мировых запасов вод

Водные объекты	Запасы, %	Запасы пресной воды, %	Время возобновления	Использование для водопотребления
Океан	96,53	-	3000 лет	не используются
Подземные воды	1,7	30,06	5000 лет	питьевые цели
Ледники	1,76	69,55	8000 лет	не используются
Озера	0,013	0,26	7 лет	широкое использование
Почвенная влага	0,001	0,05	1 год	потребление растениями
Атмосферная влага	0,001	0,04	10 сут	не используются
Болота	0,001	0,03	5 лет	не используются
Реки	0,0002	0,006	12 сут	широкое использование

В процессе использования все ресурсы претерпевают ряд превращений и перемещений. От изъятия до получения продукции они проходят определенный цикл, который называется ресурсным. **Ресурсный цикл**- совокупность превращений и перемещений веществ на всех этапах использования. В природных условиях ресурсы потребляемые животными и растительными организмами находятся в замкнутом ресурсном цикле (круговороте веществ), что позволяет многократно, экономно использовать ресурсы. Человек использует ресурсы в технологических циклах, которые характеризуются не замкнутостью и могут быть простыми и сложными. **Простой цикл** отличается однократным использованием ресурса для конкретной цели. **Сложные циклы** подразумевают многократное использование для различных целей. Сложные технологические цик-

лы более похожи на природные, поэтому более экологичные, и позволяют более рационально использовать ресурсы.

1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕСУРСОВ

1.1 Земельные ресурсы

Земельные ресурсы - площади поверхности суши, которые используются для удовлетворения потребностей человека. В Мире площадь суши составляет 149 млн. км², в том числе:

лесные массивы занимают - 31%;

земли сельскохозяйственного назначения - 34

водные объекты суши, включая болота занимают - 4,8%;

жилая, хозяйственная и промышленная застройка - 4,7%;

земли, выведенные из хозяйственного оборота в результате деятельности человека - 3%.

Площадь суши России составляет 17,1 млн.км². Структура использования площадей представлена на рис.1.1

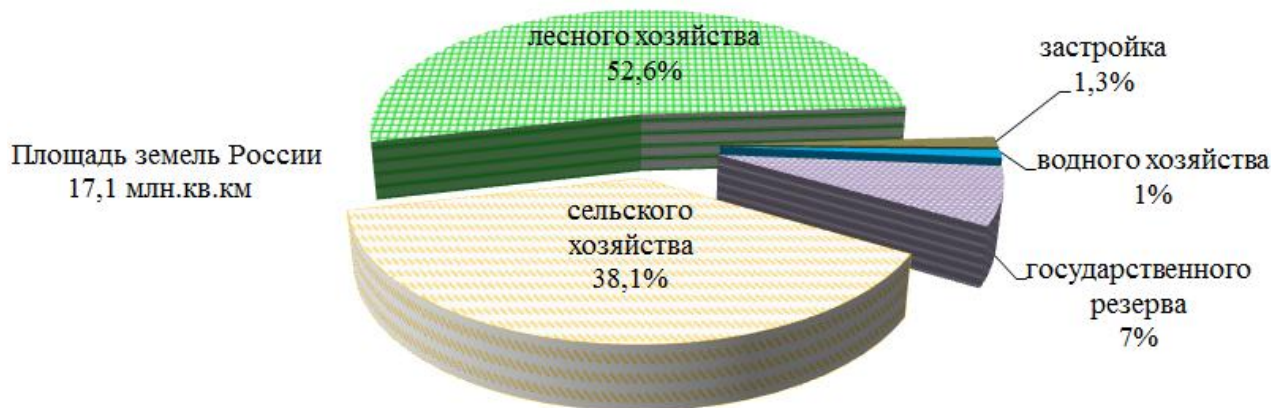


Рис.1.1 Структура использования земельных угодий России.

Ежегодно в Мире 8 млн. га используется для застройки, горных выработок, свалок; 3 млн. га подвергается эрозии, а 2млн. га опустыниванию и 2млн. га - засолению почв.

В настоящее время в среднем на одного человека приходится 0,2...1,5 га земли (табл.1.1).

Табл.1.1

Площадь пашни приходящаяся на 1 человека.

Регион	Обеспеченность, га
--------	--------------------

Мир	0,24
Зарубежная Европа	0,28
Зарубежная Азия	0,15
Северная Америка	0,65
Южная Америка	0,49
Африка	0,30
Австралия и Новая Зеландия	1,87
Канада	1,48
США	0,63
Япония	0,03
Россия	0,85

По условиям психологического комфорта человеку требуется около 2 га. Следовательно, уже сейчас в городах и густонаселенных районах наблюдается напряженность в отношении земельных ресурсов. Для решения этой проблемы необходимы:

планировочные, архитектурные решения по расселению людей, устройства зданий;

утилизация отходов, для снижения площадей свалок;

рекультивация нарушенных земель;

рассоление засоленных почв;

проведение мероприятий по остановке процессов опустынивания, борьбе с эрозионными процессами.

Большой вред земельным ресурсам приносит эрозия. **Эрозия** - это разрушение, деградация почв и переформирование ландшафтов под влиянием природных и антропогенных факторов. Причин возникновения эрозии много. Основная из них это нерациональное использование земель, в том числе сельскохозяйственных, что выражается в уничтожении естественной растительности. Эрозия происходит в случае если сила внешнего воздействия превышает силу сцепления почвенных частиц. Эрозия может быть вызвана: образованием поверхностного стока, движением воздушных масс или деятельностью человека.

Выделяются следующие виды эрозии: водная, ветровая (дефляция), антропогенная. В свою очередь, водная эрозия делится на три вида:

- склоновая (возникающая при движении поверхностных вод по поверхности склонов со спокойным рельефом);
- струйчатая (возникающая при движении воды по поверхности склонов, с выраженным мезорельефом, способствующим образованию струй водного потока);
- овражная (дальнейшее развитие струйчатой эрозии).

Водно-эрозионные процессы зависят от покрытия поверхности земли растительностью, и начинаются при уклонах склонов более 1..3 градусов, активно проявляться при уклонах более 6 градусов. Эрозия ведет к потере плодородного слоя почвы, перемещению больших земляных масс, в том числе в водные объекты приводя к их загрязнению и заилению. Например, при склоновой эрозии потери почвы на пашне составляют 0,5...5 т/га, струйчатой- 5...10 т/га, овражной - до 25 т/га и более.

Ветровая дефляция связана с выдувание частиц почвы и перемещением их воздушными потоками. Различают:

местную ветровую эрозию (наблюдается при скоростях воздушного потока 1...5 м/с, и приводит к перемещению твердых частиц на локальных участках, например в пределах одного сельскохозяйственного поля);

пыльные бури (происходят при скоростях ветра более 10...15 м/с, и приводят к перемещению до 20...40 т/га земли на большие расстояния).

Противоэрозионные мероприятия направлены на снижение скоростей водных потоков и воздушных масс, и повышение сил удерживающих почвенные частицы. Например, создание ветрозащитных лесополос, орошение, озеленение, внесение органических удобрений.

Антропогенная эрозия возникает при непосредственном воздействии человека на почву. Можно выделить:

механическую антропогенную эрозию, являющейся результатом механического воздействия на почву (подметание грунтовых площадок, оголение почвы, например, в результате вытаптывания травы, езды на машинах по газонам и грунтовыми покрытиями);

физическую, возникающую вследствие изменения свойств почво-грунтов (перенасыщение почвы водой, рыхление, пескование почв).

В данном случае к мероприятиям по охране земель можно отнести: соблюдение технологии проведения работ, формирование экологического самосознания людей, повышение профессиональной подготовки руководящих и исполнительных кадров.

Земельные ресурсы понимаются, в первую очередь, как земли, используемые или которые могут использоваться для целей производства сельскохозяйственной продукции. Связано это с необходимостью решения продовольственной задачи, которая в настоящее время стоит очень остро. Ежедневно в Мире от голода умирает 35 тыс. человек, главным образом в возрасте до 5 лет. Питательная ценность пищевых продуктов оценивается калорийностью, т.е. количеством энергии, которое человек получает, съедая продукты. При норме питания 3000...3500 кал., в том числе 50.....70г белка (основного энергоносителя в живом организме), которую получают жители развитых стран, большая часть населения Земли, проживающих в отсталых в экономическом отношении странах, получает менее 2500 кал. и 5...7г белка. Это приводит к хроническому недоеданию, заболеваниям и гибели. Решение продовольственной проблемы возможно путем повышения плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных растений. Это требует большие капиталовложения в земледелие и животноводство. В развитых странах 1 га площади обеспечивает питание 5 чел., а в отсталых странах - 0,7 чел. Урожайности выращиваемых растений очень низкие. Средняя в Мире урожайность зерновых 28ц/га [Реймерс Н.Ф., 1990], а в передовых хозяйствах получают 70...90 ц/га. Средняя урожайность риса 31 ц/га (максимальная 80 ц/га), кукурузы - 20...30ц/га (максимальная 120 ц/га), свеклы 400 ц/га (1200

ц/га). Таким образом, в сельском хозяйстве получают примерно 30% от возможного урожая. Поэтому вопросы использования земельных ресурсов одни из самых актуальных в Мире.

Человеку необходимы сельскохозяйственные земли, площади для строительства. Необходимы и территории, сохраненные в естественном виде, обеспечивающие сохранение Биосферы Земли. Оптимальная по экономическим, социальным и экологическим требованиям территория суши, которую допустимо активно использовать в хозяйственных целях, оценивается в 40% [Реймерс Н.Ф., 1990].

1.2 Агроклиматические ресурсы

Агроклиматические ресурсы - природные ресурсы, способствующие получению сельскохозяйственной продукции [Шашко, 1967, Козлов и др., 2008]. Характеристиками агроклиматических условий являются тепло- и влагообеспеченность территории.

Теплообеспеченность оценивается суммой активных температур $\sum(t \geq 0^\circ\text{C})$ (сумма положительных среднесуточных температур после устойчивого перехода через 0°C), которая имеет большое значение для выращивания растений. Связано это с тем, что в процессе развития растения проходят определенные фазы, и переход с одной фазы развития на другую определяется достижением соответствующей суммы активных температур. Для нормального развития растениям требуется тепло, которое оценивается суммой биологических температур ($\sum t_6$). Возможность выращивания растений в конкретных условиях определяется условием $\sum t_6 \geq \sum(t \geq 0^\circ\text{C})$.

Влагообеспеченность территории можно характеризовать гидротермическим коэффициентом (ГТК), который определяется как отношение годовой нормы осадков (O_c) к норме суммарного испарения с суши (E_c):

$$\text{ГТК} = O_c / E_c$$

Данный коэффициент представляет собой отношение основных составляющих водного баланса территории (приходной к расходной). При $\text{ГТК} < 1$ –

количество поступающей на территорию воды в виде осадков меньше ее расхода в результате суммарного испарения. При $ГТК > 1$ - количество поступающей воды больше испарения.

Сумма активных температур и ГТК используется для агроклиматического районирования территории.

Табл.1.2

Агроклиматическое районирование по условию влагообеспеченности.

ГТК	<0,3	0,3-0,5	0,5-0,7	0,7-1	1-1,5	>1,5
Зона	Очень сухая	Сухая	Засушливая	Не достаточное	Достаточное	Избыточное
				увлажнение		

Табл.1.3

Агроклиматическое районирование по условию теплообеспеченности.

$\sum(t_{акт} \geq 0^{\circ}C)$	<1000	1000-2000	2000-4000	4000-8000	>8000
Зона	Холодная	Прохладная	Умеренно-теплая	Теплая	Жаркая

Сухие и засушливые условия характеризуются невозможность получения высоких урожаев и выращиванием растений без орошения земель. При избыточном увлажнении необходимо осушения земель. В зоне недостаточного и достаточного увлажнения требуется обоснование конкретного вида гидромелиоративного воздействия (осушение, орошение), так как они требуются только в конкретные периоды засушливых лет. Причем данные мелиоративные воздействия являются одними из равных (среди тепловых мелиораций, пищевых, химических, лесотехнических и т.п.), позволяющих получать высокие гарантированные урожаи.

В холодной зоне выращивание растений не возможно в условиях открытого грунта. В прохладной зоне выращиваются светолюбивые растения, но с коротким вегетационным периодом (ранний картофель, турнепс, редис). Умеренно теплая зона достаточно благоприятна для сельского хозяйства, где выращивается большинство сельскохозяйственных культур, таких как: картофель, зерновые, технические и даже овощные. В теплой и жаркой зоне возможно полу-

чение двух урожаев в год, выращивание теплолюбивых растений, таких как бахчевые, овощные, цитрусовые, виноградники.

1.3 Водные ресурсы

Водные ресурсы –пригодные для использования в народном хозяйстве поверхностные и подземные воды. Общие запасы воды на Земле составляют 1386 млн. км³, в том числе пресных 35 млн. км³ (2,56%). Из всех запасов пресных вод доступными являются 41 тыс. км³.

В России ресурсы пресной воды сосредоточенные в реках оцениваются в 4300 км³/год, озерах 532 и подземных горизонтах 790 км³/год. Общие ресурсы воды в реках, озерах, болотах, ледниках и подземных горизонтах России составляет 4915 км³/год, а их запасы - около 97000км³.

Табл.1.4

Характеристика мировых запасов вод.

Водные объекты	Запасы, %	Запасы пресной воды, %	Время возобновления	Использование для водопотребления
Океан	96,53	-	3000 лет	не используются
Подземные воды	1,7	30,06	5000 лет	питьевые цели
Ледники	1,76	69,55	8000 лет	не используются
Озера	0,013	0,26	7 лет	широкое использование
Почвенная влага	0,001	0,05	1 год	потребление растениями
Атмосферная влага	0,001	0,04	10 сут	не используются
Болота	0,001	0,03	5 лет	не используются
Реки	0,0002	0,006	12 сут	широкое использование

Вода океанов, ледников, болот и атмосферы используется очень мало по сравнению с речными, подземными и озерными водами. Поэтому можно считать, что вода данных источников практически не используются. Хотя на конкретной территории их использование может быть решающим. Так на прибрежных территориях морские воды, после опреснения, используются для орошения и хозяйственно-питьевых целей. В высокогорных районах использу-

ется вода ледников. На побережьях морей в районах с высокой влажностью воздуха, влага улавливается из атмосферы и используется населением.

Водообеспеченность населения Земли доступными водными ресурсами в среднем составляет 30 тыс. м³/год·чел, что многократно превышает критический уровень, который оценивается в 1,7 тыс. м³/год·чел. Однако данная величина сильно изменяется в пространстве и времени, что и приводит к дефициту воды. Антропогенное воздействие приводит к загрязнению природных водных ресурсов, что делает их не пригодными для дальнейшего употребления и увеличивает дефицит пресной воды. На данные факторы накладывается неравномерность расселения людей, а значит увеличению сосредоточенного потребления воды в густонаселенном районе и практически не использование воды в малонаселенных областях Земли. Например, водообеспеченность населения Венгрии составляет 0,6 тыс. м³/год·чел, а в Норвегии - 97 тыс. м³/год·чел. В России данная величина изменяется от 16 тыс. м³/год·чел. до 1,7 тыс. м³/год·чел. Основное водопотребление осуществляется из рек и подземных источников. Подземный сток относительно мало изменяется во времени, имеет хорошую естественную защищенность от загрязнения. Реки наиболее широко используются в народном хозяйстве, но характеризуются сильной изменчивостью стока во времени. Так, в весеннее половодье по реке проходит примерно 60...80% годового стока, а в течение одного месяца меженного периода примерно 2...5%. Тем не менее, именно на меженный сток является гарантированным, на который можно рассчитывать при водообеспечении отраслей народного хозяйства. Гарантированный сток совместно с подземным стоком составляет так называемый устойчивый сток, величина которого оценивается в 14 тыс. км³.

1.4 Энергетические ресурсы

Энергетические ресурсы - солнечная энергия и энергия электростанций. Источниками получения энергии человеком являются: солнце, полезные ископаемые (уголь, нефть, газ, радиоактивные вещества), вода, ветер. Уголь, нефть и газ используются для выработки электроэнергии, отопления, приведение в

движение машин и механизмов. Другие источники используются в основном для получения электроэнергии (рис.1.2).

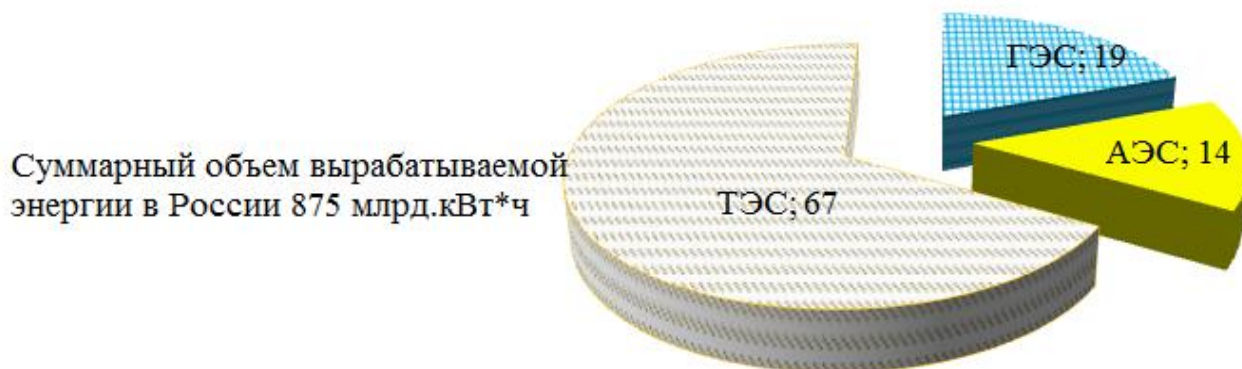


Рис.1.2 Структура выработки электроэнергии на электростанциях России.

Наибольшее количество электроэнергии производится на тепловых электростанциях (ТЭС). Принцип получения электроэнергии на ТЭС и атомных электростанциях (АЭС) основан на использовании кинетической энергии перегретого пара. Коэффициент полезного действия (к.п.д.) ТЭС и АЭС составляет около 40%. Повышение к.п.д. возможно на основе использования:

- энергии отработанных горючих газов,
- магнетогидродинамических генераторов (работают по принципу возникновения электромагнитной индукции при прохождении металлического калия, добавляемого в горючие газы в магнитном поле),
- газотурбинных агрегатов.

Данные мероприятия позволяют повысить к.п.д. ТЭС до 60%.

Последствия использования ТЭС и АЭС включают в себя:

- загрязнение воздуха (при сжигании 1 кг угля в атмосферу поступает 4 г взвешенных веществ, 18 г окислов серы, 8 г окислов азота);
- истощение природных топливно-энергетических ресурсов (угля, нефти, газа, урановой руды), например, для выработки 2,3 кВт*час электроэнергии сжигается 1 кг угля;

- тепловое загрязнение атмосферного воздуха и воды (при прямоточной системе охлаждения и авариях). При к.п.д. 30...40% большая часть энергии (до 70...60%) идет на нагревание окружающей среды. Температура воды в системе охлаждения изменяется в пределах 50...30°C, что может повлечь за собой гибель водных организмов, локальное (вблизи ТЭС) повышение среднегодовой температуры воздуха на 1...4°C и повышение влажности воздуха на 4...7%. Последнее, в свою очередь, способствует образованию смога и кислотных дождей;
- радиоактивное загрязнение природных объектов.

Использование энергии воды для выработки электроэнергии применяется на гидростанциях разного вида. Их коэффициент полезного действия составляет 60-70%. Отрицательные последствия использования ГЭС включают:

затопление и подтопление земель;

изменение климатических условий в районе водохранилища (среднегодовая температура воздуха увеличивается на 0,3...0,5 градусов, увеличивается на 20% влажность воздуха, увеличивается скорость ветра);

создается препятствие на пути миграции рыб к местам нереста и обратно;

происходит переформирование берегов в верхнем и нижнем бьефе гидроузлов.

Снижение негативных последствий предусматривает проведение ряд мероприятий.

Для снижения площадей затопления и подтопления обосновывается выбор места создания гидроузла, устраиваются дамбы обвалования, береговой дренаж, осушение подтопленных земель.

Снижение воздействия на климат проводится созданием защитной лесной зоны.

Для обеспечения возможности миграции рыб устраиваются рыбопропускные сооружения (рыбоходы, рыбоподъемники, рыбоводные шлюзы и др.).

Проводятся берегоукрепительные работы.

Ветровые электростанции используют кинетическую энергию ветра, которая приводит в движение лопасти ветровых электростанций (ВЭС), энергия вращения которых передается на генератор. Выработка энергии на ВЭС зависит от длины лопастей (диаметра рабочей поверхности), скорости ветра, коэффициента геометрического заполнения рабочей поверхности. Коэффициент геометрического заполнения пространства зависит от количества лопастей и их конструкции. Длина лопастей составляет 1...60 м. Коэффициент полезного действия (к.п.д.) ветровых установок составляет 40...50%.

Воздействие ВЭС на окружающую среду проявляется в:

механическом повреждении птиц,

шумовом загрязнении;

отчуждении земель под ветровые установки.

Солнечная энергия используется для обогрева помещений и получения электроэнергии. При обогреве используется конструкция, в которой солнечные лучи нагревают воду, проходящую по солнечной батарее, которая нагревает воду в системе отопления в специальной емкости (танке). Для выработки электроэнергии используются станции, работающие по принципу преобразования энергии солнца с помощью фотоэлементов, солнечные башни и солнечные гелиоустановки. Площадь необходимая для размещения солнечных станций примерно составляет $50\text{ м}^2/\text{кВт}$. К.п.д. солнечных электростанций (СЭС) 12...14% . Используются СЭС в комбинации с другими станциями, которые позволяют обеспечить потребителей электроэнергией в пасмурные дни и в ночное время.

Пути экономии энергии:

- устранение утечек тепла и непроизводительной потери электроэнергии;

- введение дифференцированной платы за использование энергии;
- поощрение (в виде снижения платы за электроэнергию) за экономию энергии;
- повышение к.п.д. ТЭС, за счет использования энергии горючих газов, для выработки электроэнергии на газотурбинных агрегатах или МГД-генераторах;
- более полное использование нетрадиционных источников энергии;
- децентрализация отопительных систем.

1.5 Минеральные ресурсы

Минеральные ресурсы - добываемые из недр полезные ископаемые. Минеральные ресурсы относятся к классу исчерпаемых, невозобновляемых. По технологии использования минеральные ресурсы делятся на:

- топливно-энергетические ресурсы(нефть, газ, уголь, торф);
- металлы (черные, цветные, драгоценные);
- химическое и агрономическое сырье (апатиты, фосфаты, калийная соль);
- технические минеральные ресурсы (асбест, слюда, гипс);
- строительные минеральные ресурсы(гравий, щебень, глина).

Различают следующие виды запасов минеральных ресурсов:

- доказанные (разведанные и добываемые современными методами);
- разведанные (разведанные путем бурения скважин);
- дополнительные (не извлекаемые современными методами, но возможные для использования в будущем);

- природных аналогов (заменители добываемых ресурсов, но не используемые из-за отсутствия технологий: битумизированный песок, тяжелая нефть).

Важными характеристиками минеральных исчерпаемых ресурсов являются следующие.

- **Кратность запасов**, т.е. отношение остаточного запаса к ежегодно извлекаемому количеству, размерность - годы. Например, кратность нефтяных запасов 41 год, (запасов газа 130 лет). Кратность запасов может уменьшаться, если используются все разведанные месторождения и не проводятся изыскания новых месторождений, но может и увеличиваться в случае открытия новых залежей полезных ископаемых.
- **Структура использования** минеральных ресурсов, т.е. процентное использование минеральных ресурсов. Обычно данная характеристика применяется для топливно-энергетических ресурсов.

1.6 Биологические ресурсы

Биологические ресурсы - источники и предпосылки получения материальных и духовных благ заключенных в объектах живой природы. Биологические ресурсы делятся на три вида:

- ресурсы продуцентов (численность и видовой состав растительных организмов, создающих свое органическое тело, потребляя минеральные вещества, воду и углекислый газ с помощью энергии солнца),
- ресурсы консументов (численность и видовой состав животных организмов, использующих для питания готовое органическое вещество),
- ресурсы редуцентов (численность и видовой состав организмов разлагающих органическое вещество).

Биологические ресурсы связаны между собой трофическими связями, которые отражают схему питания растительных и животных организмов. Передача вещества по трофическим цепям подчиняется закону «Закону экологических

пирамид», который говорит, что на более высокий трофический уровень передается 10% вещества от предыдущего уровня. При этом 90% теряются при дыхании, испарении и поддержании температуры тела.

Используются биологические ресурсы следующим образом [Гордеев Л.В. и др., 2006].

Ресурсы продуцентов - рекреационное использование, использование лесных ресурсов, сельскохозяйственное использование (для получения продуктов питания), использование, связанное с формированием среды обитания, получение генетической информации, использование для медицинских и промышленных целей.

Ресурсы консументов -использование связано с их ролью в природе (санитарная, поглотители загрязняющих веществ, опылители растений), используются консументы и в промышленности (например, химической, в медицине), очень важная роль связана с обеспечением человека продуктами животного происхождения (например, мясо, молоко).

Ресурсы редуцентов - промышленное использование, почвообразующая роль, генетическая информация, использование в медицинских целях, средообразующая роль. Редуценты в основном микроскопические организмы и грибы, которые играют очень важную роль в образовании биосферы, наряду с продуцентами и консументами. От их деятельности в большой степени зависит образование почвы.

Природоохранные мероприятия по сохранению биологических ресурсов направлены на сохранение естественных угодий (устройство заповедников, заказников), охрану водных, атмосферных и земельных ресурсов.

Лесные ресурсы являются частным случаем ресурсов продуцентов, но учитывая их преобладающую средообразующую, санитарную роль и их значимость для народного хозяйства, рассматриваются отдельно. Годовой прирост древесины зависит от вида лесной растительности, которая в свою очередь определяется географическим положением. Например, продуктивность хвойных лесов составляет порядка 1,5 м³/га, смешанных лесов - 3...7 м³/га, экваториаль-

ных - 3 м³/га. Одним из основных мероприятий по охране лесных угодий является восстановление лесов после вырубок. Различают следующие способы восстановления лесов:

- естественное (основанное на оставлении части деревьев при рубках для семенного фонда, при необходимости производится подсадка деревьев желательных для человека видов);
- искусственное (основанное на формировании лесной растительности, состоящей из желательных для человека видов, путем высадки быстро растущих и продуктивных пород деревьев);
- плантационное (основанное на выращивании высокопродуктивной породы деревьев).

Использование биологических ресурсов может сопровождаться биологическим загрязнением среды, т.е. появлением организмов не свойственных данному уровню развития экосистемы. Биологическое загрязнение является действием законов [Реймерс Н.Ф., 1990]:

- *«Внезапного усиления патогенности»* - живое болезнетворное начало действует тем сильнее и разрушительнее, чем больше разница между его патогенностью и сопротивляемостью к ней, особенно если дисбаланс возникает внезапно.
- *«Экологического дублирования»* - исчезающий или уничтожаемый вид живого в рамках одного иерархического уровня заменяется другим по схеме: мелкий сменяет крупного, низкоорганизованный сменяет более высокоорганизованного, более мутабельный менее генетически изменчивого.

Так например, создание сельскохозяйственных угодий приводит к ботаническому загрязнению земель сорной растительностью, увеличению численности мышей, болезней и вредителей посевов. В городских условиях активно развиваются вороны, крысы, на человечество обрушиваются болезни, в частности,

такие как СПИД. Поэтому вопросы использования биологических ресурсов имеют огромное значение для человечества.

2. ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ РЕЧНОГО БАССЕЙНА

2.1 Земельные ресурсы, структура землепользования на объекте, баланс земельных ресурсов

Земельные ресурсы объекта отражаются указанием общей площади, структуры ее использования и баланса земель. Площадь бассейна реки и входящих в ее состав площадь лесов, болот и сельскохозяйственных угодий можно определить на основе промера площадей по картографическому материалу, по данным Водного кадастра или с помощью интернет ресурсов. Доля урбанизированной территории составляет примерно 3...4% территории. Площадь лугов (в условиях учебной работы) определяется из баланса при известных значениях всех других величин.

Пример оформления диаграммы структуры землепользования на объекте приведен на рис.2.1.

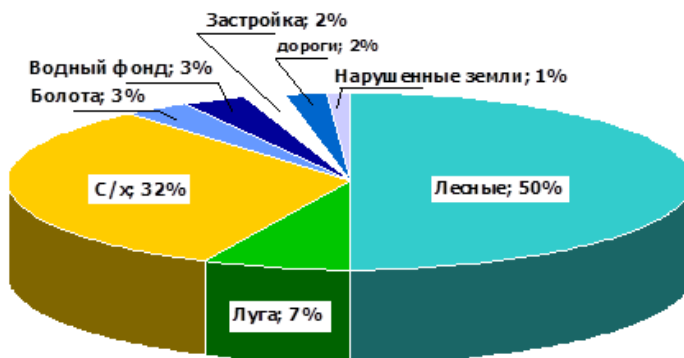


Рис.2.1. Диаграмма структуры земельного фонда

В работе, баланс земельных ресурсов необходим для оценки запасов биологических, минеральных, сельскохозяйственных ресурсов, оценки антропогенного изменения условий формирования стока реки, а также для определения объемов загрязняющих веществ, поступающих в водный объект от рассредоточенных источников: леса, луга, сельскохозяйственных угодий, болот.

Уравнение баланса земельных ресурсов имеет вид:

$$F_{\text{б}} = F_{\text{лес}} + F_{\text{луг}} + F_{\text{бол}} + F_{\text{с/х}} + F_{\text{застр}} + F_{\text{оз}} + F_{\text{наруш.}} + F_{\text{водн.фонд}}, \text{ км}^2 \quad (2.1)$$

где F_6 – площадь бассейна реки; $F_{лес}$, $F_{луг}$, $F_{бол}$, $F_{оз}$ - соответственно площади лесов, лугов, болот и озер; $F_{с/х}$ – площадь сельскохозяйственных угодий; $F_{застр.}$ – площадь урбанизированной территории (города, деревни, дороги. и т.п.); $F_{наруш.}$ – площади эродированных земель, земель занятых свалками и карьерами (принимается равным 3...4% от площади бассейна реки); $F_{водн.фонд.}$ – площади земель под водными объектами (водохранилищами, прудами и т.д.)(учитывается при наличии данных, при отсутствии данных принимается равным 1% от площади бассейна реки).

Имея результаты земельного баланса оценивается экологическое состояние водосборной площади на основе сравнения площади естественных угодий ($F_{ест}$), занятой лесами и лугами, с экологически допустимой площадью для условий конкретного объекта (таб.2.1.) $F_{эк}$.

$$F_{ест} = F_{лес} + F_{луг}$$

В случае: $F_{эк} \geq (F_{лес} + F_{луг})$ – антропогенное влияние привело к недопустимому переформированию земельного фонда.

Табл. 2.1

Экологически допустимые площади естественных угодий, %
[Реймерс, 1990].

Область, край	$F_{эк}$	Область, край	$F_{эк}$
Ленинградская	80	Рязанская	35
Новгородская	45	Брянская	30
Псковская	45	Тульская	30
Вологодская	45	Орловская	35
Ульяновская	45	Саранская	35
Архангельская	80	Пензенская	35
Смоленская	30	Саратовская	40
Ярославская	30	Тамбовская	25
Владимирская	30	Курская	35
Костромская	40	Воронежская	35
Ивановская	30	Белгородская	35
Тверская	30	Волгоградская	40
Кировская	30	Ставропольский край	40
Московская	30	Краснодарский	35
Калужская	25	Ростовская	40
Самарская	40		

В этом случае необходимо планировать мероприятия по увеличению площадей лесов, лугов и снижению доли пашни на сельскохозяйственных угодьях.

2.2 Определение запасов деловой древесины

Деловая древесина – части деревьев, которые можно использовать для изготовления промышленной продукции или отопления домов в сельской местности. Запасы деловой древесины зависят от вида деревьев, густоты стояния деревьев их возраста, диаметра стволов, что в свою очередь связано с широтой местности (рис.2.2).

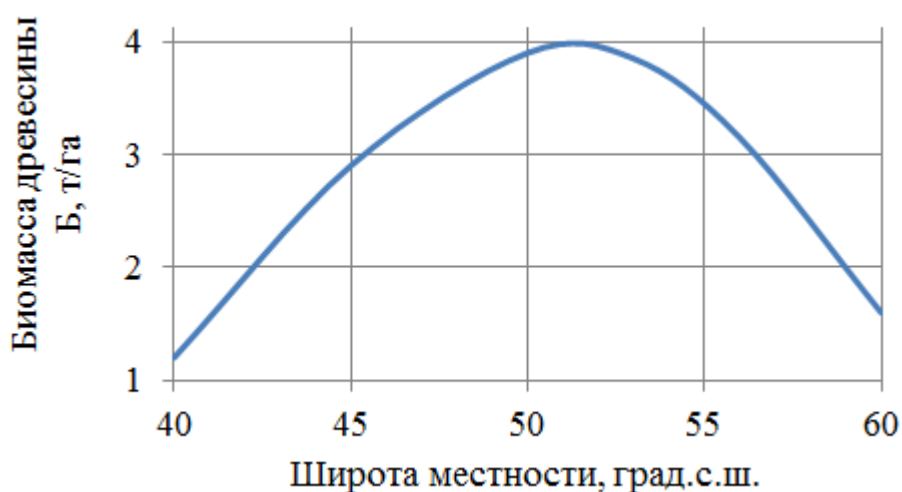


Рис.2.2 Изменение биомассы деловой древесины по широте местности.

Запас деловой древесины определяется в тоннах по формуле 2.2:

$$P_{др} = B \cdot F_{лес}, \text{ т} \quad (2.2)$$

где B – удельная биомасса древесины (рис.2.2), т/га;

$F_{лес}$ – площадь, занимаемая лесом (га), берется из баланса земельных ресурсов

Запасы древесины выражаются в энергетических единицах для возможности сопоставления с другими ресурсами ($\mathcal{E}_{др}$).

$$\mathcal{E}_{др} = P_{др} \cdot q, \text{ Дж} \quad (2.3)$$

где $\mathcal{E}_{др}$ – тепловая энергия, заключенная в древесине;

q – удельная теплота сгорания древесины; $q=10^7$ Дж/кг.

Табл.2.2

Конвертор единиц энергии.

Единицы	калорий	Джоуль	Киловатт
1 калория	1	4,187	$1,163 \times 10^{-6}$
1 Джоуль	0,2389	1	$2,778 \times 10^{-7}$
1 Киловатт	$8,601 \times 10^5$	$3,6 \times 10^6$	1

2.3. Определение запасов торфа

Россия обладает 60% мировых запасов торфа, которые занимают площадь 150 млн. га, где залегают 163 млрд. тонн торфа. Торф относится к возобновляемым ресурсам [Атласы. Россия как система - электронный ресурс]. Ежегодно в Мире образуется почти 3,0 млрд. м³ торфа, что примерно в 120 раз больше, чем используется.

Торф используется:

- в энергетических целях, как топливо;
- в сельском хозяйстве, садоводстве, тепличном хозяйстве. Использование торфа в сельском хозяйстве и садоводстве связано с его уникальными физико-химическими свойствами (низкой плотностью, высокой пористостью и биологической стерильностью). Широкое применение торф нашел в животноводстве, тепличном овощеводстве, цветоводстве и растениеводстве, как растительный грунт, мульчирующий материал, удобрение;
- производство продуктов переработки торфа в различных отраслях. Из торфа выпускается более 40 видов продукции, которые используются в природоохранных технологиях (торфодерновые ковры для озеленения, зеленого строительства и борьбы с ветровой эрозией, закрепления откосов в дорожном строительстве. Из торфа делают сорбенты для очистки от нефтепродуктов).

В настоящее время в мировом масштабе вклад торфа в производство и использование энергии незначителен, и составляет примерно одну тысячную от энергии, потребляемой в Мире, но в отдельных странах на его долю приходится от 10 до 20% (Финляндия, Швеция, Ирландия).

Площадь торфяников на рассматриваемом объекте (территории бассейна реки) в работе берется по результатам баланса земельных ресурсов или рассчитывается по формуле:

$$F_T = \frac{F_6 \% \cdot F}{100\%}, \text{ га} \quad (2.4)$$

где F – площадь бассейна реки, га,

F_6 – заболоченность бассейна реки, %.

Запасы торфа (P_T) определяются в зависимости от плотности торфа ($g_T=0,2$ т/м³), площади болот (F_6 , га) и средней мощности торфяной залежи (h_T^{cp} , м) (рис.2.3).

$$P_T = F_6 \cdot h_m^{cp} \cdot g_T \cdot 10^4, \text{ т} \quad (2.5)$$

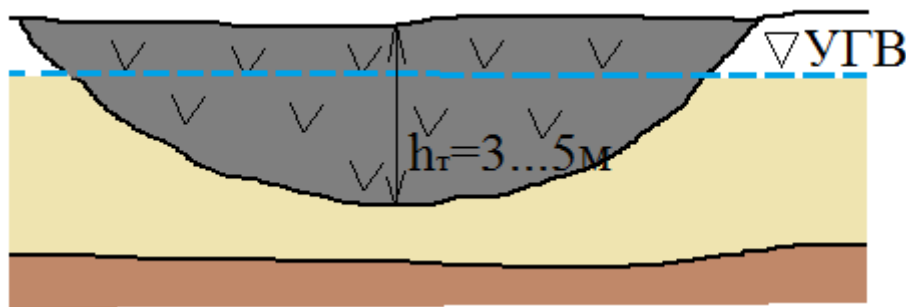


Рис. 2.3. Гидрогеологический разрез болота

Энергетическая ценность торфа определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_T = P_m \cdot q_T, \text{ Дж} \quad (2.7)$$

где q_T – удельная теплота сгорания торфа, $q_T=1,4 \cdot 10^7$ Дж/кг.

2.4. Расчет энергии ветра

Энергия ветра может использоваться для получения электроэнергии на ветроустановках, которые преобразуют кинетическую энергию ветра в механическую энергию вращения турбин, которая генерируется в электрическую. Выработка электроэнергии зависит от скорости ветра (v , м/с – берется из таблицы приложения), его повторяемости и параметров ветровой установки, например, длина лопастей пропеллера (d , м).

$$\mathcal{E}_v = \rho_v \times \pi \times r^2 \times v^3 \times \xi \times \eta_v, \text{ Вт} \cdot \text{ч}$$

где $\rho_{\text{в}}=1,25\text{кг/м}^3$ – плотность воздуха; r – длина лопасти ветроустановки, м; v – скорость ветра, м/с; $\eta_{\text{в}}$ – коэффициент полезного действия ветровой установки, до 0,7; $\xi=0,4\dots 0,5$ – коэффициент использования энергии ветра.

Используемые ветроэлектрические установки имеют мощность:

- 200...600 Вт·ч для дачных участков;
- 1000...10000 Вт·ч для коттеджей, частных домов.

Для оценки энергии ветра используется график зависимости выработки электроэнергии ($\mathcal{E}_{\text{в}}$, кВт·ч) от скорости ветра при использовании пропеллеров с длиной лопастей $d=1\dots 15$ м (рис.2.4).

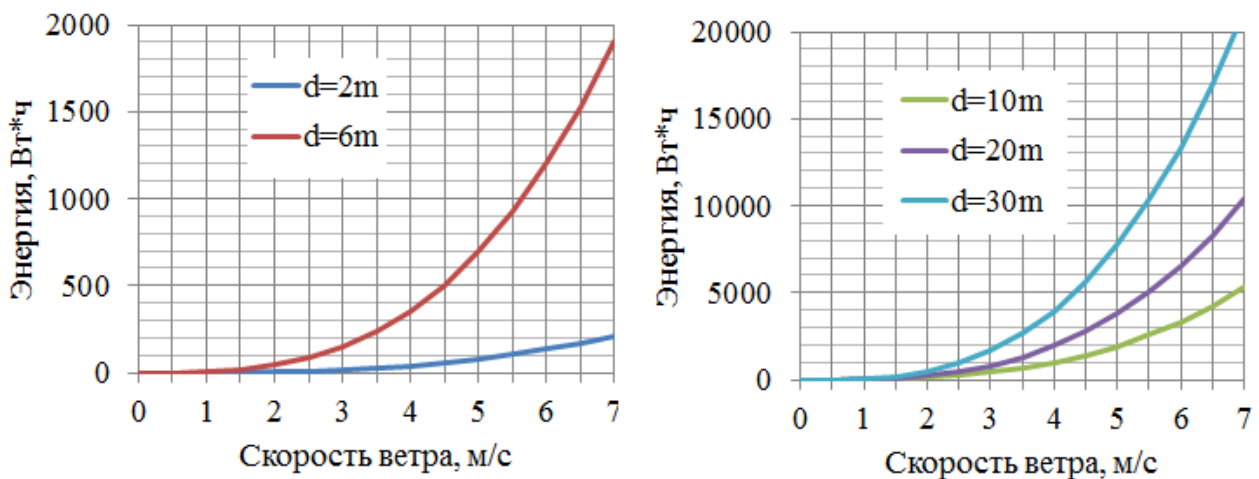


Рис.2.4. Зависимость выработки электроэнергии от скорости ветра при различных диаметрах лопастей ВЭУ.

2.5.Водные ресурсы

На объекте исследования (территория бассейна реки) имеются ресурсы поверхностных и подземных вод.

2.5.1.Поверхностные воды (речной сток)

В данном разделе указывается основной водный объект - река, который используется для водопотребления и сброса загрязненных сточных вод. Следует указать, к какой категории водных объектов она принадлежит (ручей, малая река, средняя река, крупная река в соответствии с таблицей 2.3.

Табл. 2.3

Классификация рек по длине и площади водосбора

Группы рек	Площадь	Длина реки,
------------	---------	-------------

	водосбора, тыс. км ²	км
Ручьи	<0.1	<10
Малые	0.1...2	10...100
Средние	2...50	100...500
Большие	>50	>500

Данная классификация позволяет, в первом приближении, представить: возможности использования реки в хозяйственных целях, объемы воды, параметры русла и даже преобладающий тип водного сообщества водных организмов, оказывающих наибольший вклад в самоочищение воды. Например: малая река – относительно однородные условия формирования стока на водосборной площади, т.е. модуль стока $q \approx \text{const}$ по площади. Годовой сток порядка 200...300 млн. м³, глубина воды в реке 0.5...2 м, ширина русла ~5...15м, преобладает макрофитное сообщество водных организмов. В хозяйстве используется, в основном, для целей орошения и рыбного прудового хозяйства, рекреации. Возможно использование для выработки электроэнергии с помощью микро- и малых ГЭС.

Средние реки имеют среднюю глубину воды $h=3...5$ м и ширину русла $b=60...200$ м. Объем годового стока 500...10000млн.м³. Фито биота характеризуется макрофитно-фитопланктонным сообществом. В хозяйстве используется для различных целей.

Крупные рек имеют годовой сток 1700...62000млн.м³ (табл.2.4). Средняя глубина $h=5...8$ м и ширина русла реки $b>200...500$ м. Фито сообщество характеризуется преобладанием планктонного сообщества. В хозяйстве используется для различных целей.

Гидрологические расчеты выполняются в соответствии с **СП 33-101-2003 «Определение основных расчетных гидрологических характеристик»**.

Гидрологическими характеристиками водосбора являются: водосборная площадь $F_{\text{бас}}$, км²; длина реки L , км; модуль стока - g , л/с·км²; заозеренность - $f_{\text{оз}}$; заболоченность - $f_{\text{бол}}$; - залесенность $f_{\text{л}}$ и распаханность - $f_{\text{паш}}$ территории.

К гидрологическим характеристикам реки относятся: норма стока воды в реке W_0 , млн. м³, среднеголетний расход воды Q_0 , м³/с, коэффициенты ва-

риации C_v и асимметрии C_s стока, уклон реки I_p , ‰ (‰ – промилль, тысячная часть числа $1‰=1/1000$). Все данные представляются в табличном виде (табл.2.4.).

Табл. 2.4

Гидрологические характеристики бассейна реки											
Створ	L км	F, км ²	g, л/с·км ²	I _p ,‰	Q ₀ , м ³ /с	C _v	C _s	Площадь угодий, %			
								f _{оз}	f _{бол}	f _л	f _{паш}
1-1	Заполняется по бланку задания, литературным источникам, интернет ресурсам										

Исходные данные: L, F, f_{оз}, f_{бол}, f_л, f_{паш} – определяются по физической карте или берутся из литературных источников. Значения q, C_v – можно определить по картам (приложение 1-3). При отсутствии сведений об уклоне реки его значение рассчитывается по формуле $I_p=A/F_{бас}^{0.35}$, где A=0,0142 для возвышенностей, A=0,0085 для равнин, A=0,0036 для холмистых равнин; F - площадь водосбора, км²[Государственный водный кадастр., 1971].

Норма стока и среднемноголетний расход воды рассчитываются по формуле:

$$W_0=Q_0 \times \tau, \text{ млн. м}^3; Q_0=g \times F_{бас}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (2.8)$$

где $\tau=31.54$ млн. секунд в году; g – модуль стока, л/с·км².

Строится график кривой обеспеченности годового стока воды в реке (рис.2.5.). Кривая обеспеченности позволяет определить объем стока в расчетные годы (в данной работе расчеты проводятся для лет с обеспеченностью P=75% и 95%).

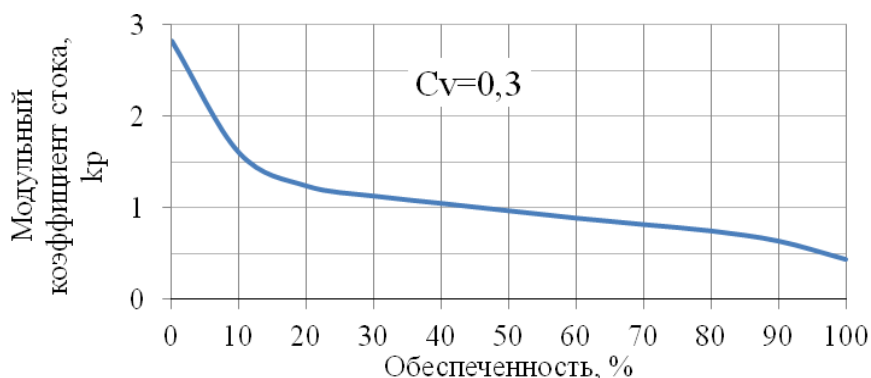


Рис . 2.5. Кривая обеспеченности годового стока реки.

2.5.2. Определение объемов экологического стока реки

Экологический сток рек – минимальная часть естественного стока, позволяющая сохранить состояние устойчивого равновесия водной экосистемы. Его значение определяется индивидуально для каждой конкретной реки. При этом экологический сток должен удовлетворять следующим условиям:

- обеспечение достаточного для водной биоты объема воды, как объема жизненного пространства;
- учет изменения стока во времени;
- сохранение параметров водного потока в пределах диапазона их оптимальных значений.

Годовое значение экологического стока можно определить методом «Повышения обеспеченности» (метод Фащевского Б.В.):

$$\begin{aligned} W_{\text{экол}}^{75\%} &= W_{\text{р}}^{95\%}, \\ W_{\text{экол}}^{95\%} &= W_{\text{р}}^{99\%}, \end{aligned} \quad (2.9)$$

Внутригодовое распределение объемов экологического стока делается пропорционально гидрографу естественного речного стока.

2.5.3 Ресурсы подземных вод

Ресурсы подземных вод представлены водами верхнего водоносного горизонта (грунтовые воды):

$$W_{\text{п}} = F_{\text{всб}} \cdot q_{\text{п}} \cdot 31,54 \cdot 10^{-3}, \text{ млн. м}^3 \quad (2.10)$$

где $F_{\text{всб}}$ – площадь водосборного бассейна реки, км²;

$q_{\text{п}}$ - модуль подземных вод, л/с·км²;

31, 54 – количество миллионов секунд в году.

Рассмотрение гидрогеологических условий позволяет определиться с величиной коэффициента гидравлической связи (α) подземных водоносных горизонтов с рекой, который учитывается при оценке: косвенного антропогенного влияния на реки; и величины ресурса воды. Коэффициент гидравлической связи

изменяется в пределах $0 \dots 1$, что зависит от места расположения водозаборных скважин и гидрогеологической обстановки. Так при, близком расположении скважины от реки и водозаборе из песчаного водоносного горизонта $\alpha=1$. Это означает, что водозабор из подземных вод в объеме $W_{\text{подз.}}$ приводит к снижению объема речного стока на ту же величину $W_{\text{подз.}}$. В случае отсутствия гидравлической связи $\alpha=0$, например, когда подземный водоносный горизонт перекрыт слоем водоупора, или водозаборные скважины расположены на значительном удалении от реки.

Коэффициент гидравлической связи может быть рассчитан по формуле (2.11) [Справочник. Водное хозяйство., 1988], для условий:

- безнапорный, однородный водоносный горизонт,
- горизонтальный водоупор;

$$\alpha = 1 - \text{erfc}(z), \quad z = x / (2 \cdot \sqrt{a \times T}), \quad a = k_{\phi} \times h_{\text{в}} / \mu \quad (2.11)$$

где $\text{erfc}(z)$ – специальная функция, значения которой даны в таблице 2.4; z – вспомогательная переменная; x – расстояние от водозабора до реки (в работе принимается 200...500м); a – коэффициент уровнепроводимости, $\text{м}^2/\text{сут}$; k_{ϕ} – коэффициент фильтрации, $\text{м}/\text{сут}$ (принимается в зависимости от механического состава грунтов водоносного горизонта). В работе водоносный горизонт располагается в песках с $K_{\phi}=0.5 \dots 5 \text{ м}/\text{сут}$; $h_{\text{в}}$ – мощность водоносного горизонта (принимается 20...30 м); μ – коэффициент водоотдачи. Для песков $\mu=0.1 \dots 0.3$; T – время эксплуатации водозабора (в работе принимается равным 25лет).

Табл. 2.4

Значения функции $\text{erfc}(z)$

Z	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
erfc(z)	1.00	0.777	0.572	0.396	0.258	0.090	0.048	0.024	0.011	0.005

2.5.4. Водные энергоресурсы

Поток речной воды обладает энергопотенциалом, который можно использовать для выработки электроэнергии. Энергопотенциал реки определяется по

формуле [Комплексное использование водных ресурсов и охрана природы, 1990]:

$$\mathcal{E}_{\text{реки}} = 9.81 \cdot Q_0 \cdot H_{\text{реки}} \cdot T, \quad \text{квт} \cdot \text{час} \quad (2.12)$$

где $g=9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения; $\rho=1 \text{ т/м}^3$ – плотность воды;

$H_{\text{реки}}=L_{\text{реки}} \cdot I$ – перепад уровней воды в реке, длиной $L(\text{м})$ и с уклоном I . (табл. 2.3); Q_0 - среднееголетний расход воды в реке (см. табл. 2.3); $T=8760$ часов – количество часов в году.

В первом приближении величина гидроэнергопотенциала реки позволяет оценить численность населения, которую можно обеспечить электроэнергией, учитывая что расход энергии одним жителем в год (с учетом выработки промышленной и сельскохозяйственной продукции) составляет примерно 1000 кВт·ч.

2.6 Агроклиматические ресурсы

В данном разделе даются краткие сведения о типе климата (умеренный, континентальный и т.п.), среднееголетние годовые значения (нормы): осадков (O_c , мм), суммарного испарения с поверхности суши (E_c , мм), испарения с водной поверхности (E_v , мм), температуры воздуха ($t, ^\circ\text{C}$). В табличном виде представляются данные внутригодового распределения данных величин.

Исходные данные среднееголетних месячных значений осадков, испарения с суши и водной поверхности, температур берутся из интернет ресурсов или таблиц приложения. Далее проводится:

- оценка тепло и влагообеспеченность территории бассейна реки;
- оценка соответствия агроклиматических ресурсов местности требованиям выращиваемых растений.

2.6.1. Оценка тепло и влагообеспеченность территории бассейна реки

Агроклиматические условия характеризуются:

- продолжительностью теплого ($T_{\text{тепл.}}$, сут) и холодного ($T_{\text{хол.}}$, сут) периодов,

- суммой активных температур $\sum(t_{\text{акт}} \geq 0^\circ\text{C})$
- гидротермическим коэффициентом ГТК.

Оценка тепло и влагообеспеченность территории бассейна реки делается на основе значения параметров: $\sum(t_{\text{акт}} \geq 0^\circ\text{C})$ и ГТК. В учебной работе величину суммы активных температур можно оценить по среднемесячным температурам, представляемым в таблице Приложения, по выражению:

$$\sum(t_{\text{акт}} \geq 0^\circ\text{C}) \approx \sum(t_{\text{ср.мес.}} \geq 0^\circ\text{C}) \times 30,$$

где $t_{\text{ср.мес.}}$ – среднемесячная температура воздуха; 30 – количество суток в месяце.

Значение ГТК определяется по формуле:

$$\text{ГТК} = O_c / E_c \quad (2.13)$$

Указанные выше данные используются для оценки развития сельского хозяйства на основе агроклиматического районирования и необходимости гидро-мелиоративных мероприятий (раздел 1.2).

2.6.2. Оценка соответствия агроклиматических ресурсов местности требованиям выращиваемых растений

Оценка проводится с помощью биоклиматического метода Шабанова В.В. использование которого описано в работе [Маркин, Соколова, Раткович, 2009г]. Биоклиматический метод заключается в сопоставлении требований растений с факторами внешней среды. В данной работе оценка проводится по водно-термическим условиям. Исходными данными служат: влажность ($w, \%$ объема почвы) почвы и температура воздуха ($t^\circ\text{C}$). При этом решаются следующие задачи.

- Определяются требования растений к водному $S_w = f(w)$ и температурному $S_t = f(t)$ фактору жизни растений.
- Дается характеристика водно-термических условий внешней среды.
- Делается оценка необходимости регулирования условий внешней среды.

Определяется лимитирующий фактор. Например, если $S_w > S_t$, то лимитирующим фактором является температура воздуха. В этом случае проведение гидромелиоративных мероприятий не приведет к повышению урожайности. Если $S_w < S_t$, то лимитирующим фактором являются почвенные влагозапасы и орошение (или осушение) позволит повысить урожайность до плановой величины $S=0,8$, но не выше чем S_t .

Требования растений к водному фактору

Требования растений – это зависимость их продуктивности от величины фактора. Требования растений к водному фактору определяются в отношении к почвенным влагозапасам, и описываются моделью В.В.Шабанова:

$$S_w = \left(\frac{W^*}{W_{opt}^*} \right)^{\gamma_w \cdot W_{opt}^*} \times \left(\frac{1 - W^*}{1 - W_{opt}^*} \right)^{\gamma_w \cdot (1 - W_{opt}^*)} \quad S_w = \frac{U}{U_{max}} \quad (2.14)$$

где: S_w – относительная продуктивность растений; U , U_{max} – соответственно, фактическая и максимально возможная в конкретных условиях урожайность, ц/га;

$$W^* = \frac{W - W_{вз}}{W_{пв} - W_{вз}}, \Rightarrow W = W^* \times (W_{пв} - W_{вз}) + W_{вз} \quad (2.15)$$

W^* - относительные продуктивные влагозапасы почвы; W – фактические влагозапасы почвы, мм; $W_{пв}$, $W_{вз}$ – соответственно, полная влагоемкость и влагоемкость соответствующая влажности завядания растений (Приложение 8), мм.

$$0 \leq W^* \leq 1$$

W_{opt}^* - оптимальное значение относительных продуктивных влагозапасов почвы, при которых достигается максимальная урожайность; γ_w - параметр, учитывающий саморегуляцию растений к водному режиму почв (см. табл. Приложение 8).

В учебной работе требования растений строятся для трех сельскохозяйственных культур (по вариантам задания, или по умолчанию: овощные, кормо-

вые, травы). Координаты зависимости средней за вегетацию относительной продуктивности для каждой культуры от почвенных влагозапасов рассчитываются в таблице 2.5. Для этого задаются значениями $W^*=0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0$ рассчитывается величина S_w . По данным значениям строится график (рис. 2.6). По данной кривой требований растений к водному режиму почв определяется оптимальный диапазон регулирования почвенных влагозапасов ($w_1...w_2$, мм) при уровне плановой продуктивности $S_{пл}=0.8$. Если влагозапасы попадают в указанный интервал, фактическая продуктивность будет не меньше плановой.

Табл. 2.5

Зависимость средней за вегетацию продуктивности растений от влажности почвы

W^*	S_w	$W, мм$
0	Рассчитывается по формуле 2.14	Рассчитывается по формуле 2.15
0,2		
0,4		
W^*_{opt}		
0,6		
0,8		
1,0		

Приложение. Значения почвенных влагозапасов определяются для слоя 0...50 см. В случае необходимости перевода величины W из размерности влажности почвы (%) в значения влагозапасов (мм) используется выражение: $W_{мм} = W_{\%} \times 5$.

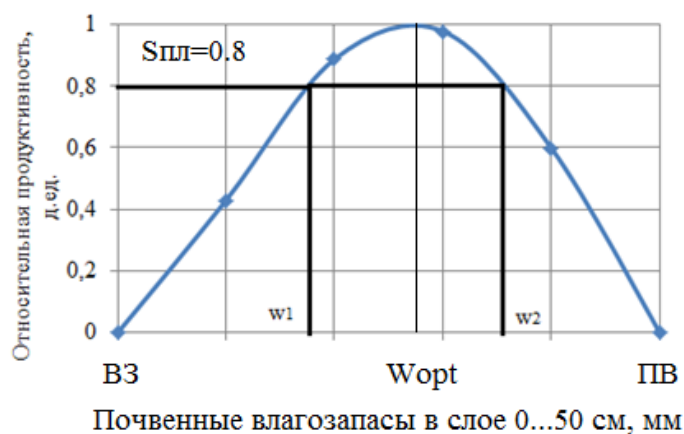


Рис. 2.6. Требования растений к почвенным влагозапасам.

Представленный на рисунке 2.6 график требований растения показывает, что при почвенных влагозапасах на уровне влажности завядания (ВЗ) и меньше, рост большинства культурных растений невозможен из-за отсутствия доступной для них влаги. Полная влагоемкость соответствует количеству влаги в почве при полном заполнении всех пор, кроме защемленных.

Требования растений к температурам почв

Температурный режим при выращивании растений является одним из основных факторов, влияющих на развитие растений. Функция продуктивности растений от температур почвы описывается куполообразной кривой (рис.1.7.).

$$S_t = \left(\frac{\theta}{\theta_{opt}} \right)^{\gamma_t \times \theta_{opt}} \times \left(\frac{1-\theta}{1-\theta_{opt}} \right)^{\gamma_t \times (1-\theta_{opt})} \quad S_t = \frac{U}{U_{max}} \quad (2.16)$$

где S_t - относительная продуктивность; θ - относительная фактическая температура; γ_t - коэффициент саморегуляции растений к температурным условиям; θ_{opt} - оптимальная относительная температура, °С (см. таблицы Приложение 8).

$$\theta = \frac{t - t_{min}}{t_{max} - t_{min}} \quad t = \theta \cdot (t_{max} - t_{min}) + t_{min} \quad (2.17)$$

Задаваясь значениями $\theta=0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0$ рассчитывается величина S_t . По данным значениям строится график (рис. 2.7). Значения относительных температур пересчитываются в абсолютные величины по формуле 2.17.

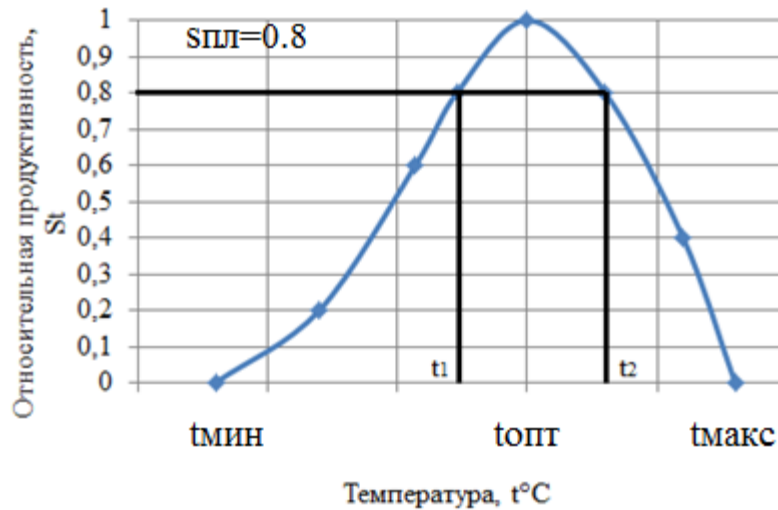


Рис.2.7 Требования растений к температуре воздуха.

Рассмотренная выше функция продуктивности S_t показывает, что при некоторых экстремальных температурных условиях $t_{\text{мин}}$, $t_{\text{макс}}$, продуктивность растений равны нулю, так как: становится слишком холодно, и биохимические процессы в растениях практически приостанавливаются; или слишком жарко и, например, происходит разрыв сплошности потока воды в почве, притекающей к растению, из-за увеличивающейся скорости транспирации, при ограниченной скорости передвижения влаги в почве. В диапазоне от минимальной температуры до ее оптимального значения, продуктивность растений лимитируется недостатком тепла. В диапазоне температур от оптимального значения до максимального - развитие растений ограничивается необходимостью траты большого количества энергии на охлаждение, при этом меньше энергии идет на увеличение продуктивности. При оптимальных температурах, растение затрачивает минимум энергии на борьбу с неблагоприятными температурными условиями, что сопровождается достижением максимального урожая.

По кривой требований растений к температурам воздуха определяется продуктивность растений в конкретных рассматриваемых условиях ($S_{t \text{ ср}}$) по величине ($t_{\text{ср теп}}$) средней за теплый период года температуре, которая определяется по данным полученным в разделе 2.6:

$$t_{\text{ср теп}} = \frac{\sum(t > 0)}{N_{\text{теп}}} \quad (2.18)$$

где $N_{\text{теп}}$ – количество месяцев с положительными температурами; $\sum(t>0)$ – сумма среднемесячных положительных температур, которые берутся в данном Приложении.

2.6.3. Характеристика водно-термических условий внешней среды

Обоснование вида мелиоративного воздействия проводится на основе оценки лимитирующего агроклиматического ресурса. В соответствии с «**Законом Либиха**» - продуктивность растений определяется фактором среды находящимся в минимуме (лимитирующий фактор). Поэтому для оценки фактической продуктивности сельскохозяйственных культур, выращиваемых в определенных водно-термических условиях, следует сопоставить значения продуктивности растений по температурному ($S_{t \text{ ср}}$) и водному ($S_{w \text{ ср}}$) факторам. Величина $S_{w \text{ ср}}$ определяется по кривым требований растений для среднесуточного значения почвенных влагозапасов ($w_{\text{ср}}$), значение которого берется по таблице 2.6. Если $S_{t \text{ ср}} \geq S_{w \text{ ср}}$, то лимитирующим фактором является влажность почвы, что подтверждает потребность в орошении. Если $S_{t \text{ ср}} < S_{w \text{ ср}}$, то лимитирующим фактором являются температуры воздуха, которые в пределах сельскохозяйственного поля активно регулироваться не могут. В этом случае оросительные мелиорации эффекта не принесут.

Величина ожидаемой относительной продуктивности растений ($S_{\text{факт}}$) определяется условием:

$$S_{\text{факт}} = \min\{S_{t \text{ ср}}, S_{w \text{ ср}}\} \quad (2.19)$$

Оценка необходимости регулирования условий внешней среды

В работе делается оценка необходимости проведения гидромелиоративного воздействия, с целью создания оптимальной влажности почвы, которая позволит получать урожайности культур не менее плановых $S_{\text{пл}}=0,8$.

Методология определения потребности в гидротехнических мелиорациях следующая. Строится кривая распределения почвенных влагозапасов, которая используется для определения вероятности необходимости мероприятий по регулированию влажности почвы. (рис.2.8). Функция распределения почвенных

влагозапасов хорошо описывается законом нормального распределения, в зависимости от W_{cp} – среднегодовое значение почвенных влагозапасов (мм) и σ_w – среднеквадратического отклонения влагозапасов (мм). Данные значения берутся по таблице 2.6.

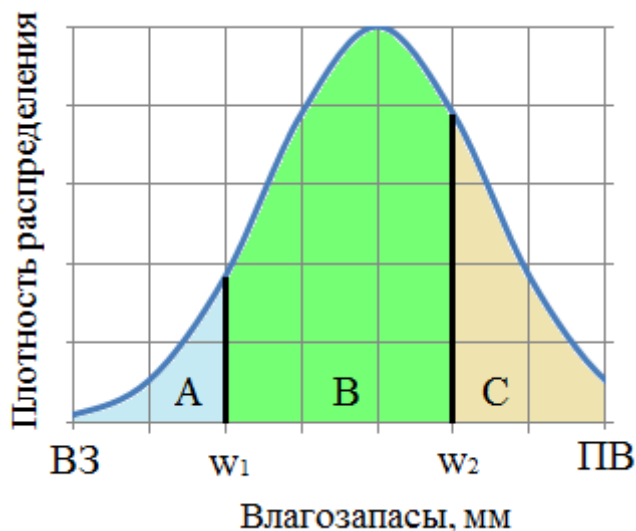


Рис. 2.8 Вид графика плотности распределения почвенных влагозапасов.

На графике распределения откладываются значения нижнего (w_1) и верхнего (w_2) оптимального пределов регулирования почвенных влагозапасов, на уровне плановой продуктивности. Данные значения позволяют выделить площади A, B, C. Площади зон представляет собой вероятности:

A – необходимости орошения P_{\uparrow} ;

B – оптимальных условий среды P_{opt} ;

C – необходимости осушения, временно избыточно переувлажненных зональных почв P_{\downarrow} .

Площади зон определяются с помощью графика (рис.2.9), который представляет собой интеграл функции плотности распределения. Для возможности использования графика интегральной кривой определяются относительные значения величин w_1 и w_2 (соответственно, w'_1 и w'_2):

$$w'_1 = 5 - (W_{cp} - w_1) / \sigma_w \quad w'_2 = 5 + (W_{cp} - w_2) / \sigma_w \dots\dots\dots (2.20)$$

Используя значение w'_1 определяется вероятность необходимости орошения $P\uparrow$. По значению w'_2 определяется вероятность необходимости осушения временно избыточно переувлажненных почв $P\downarrow$.

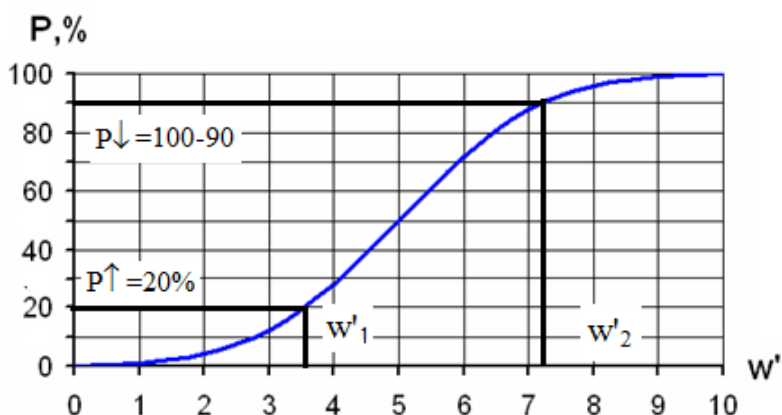


Рис. 2.9 Интегрированная функция нормального распределения.

Табл. 2.6

Средние продуктивные влагозапасы в слое 0...50см почвы за вегетационный период W_{cp} и среднеквадратическое отклонение почвенных влагозапасов σ_w

Область, край	W_{cp}	σ_w	Область, край	W_{cp}	σ_w
Ленинградская	200	70	Рязанская	117	40
Новгородская	195	60	Брянская	106	52
Псковская	198	60	Тульская	98	41
Вологодская	180	60	Орловская	119	35
Ульяновская	150	60	Саранская	129	32
Архангельская	193	75	Пензенская	105	35
Смоленская	192	70	Саратовская	80	30
Ярославская	133	50	Тамбовская	121	60
Владимирская	135	40	Курская	87	30
Костромская	120	32	Воронежская	110	58
Ивановская	165	56	Белгородская	98	54
Тверская	145	52	Волгоградская	96	41
Кировская	135	60	Ставропольский	70	36
Московская	130	48	Краснодарский	98	44
Калужская	130	65	Ростовская	115	50
Самарская	90	35			

Примечание. В таблице даны продуктивные почвенные влагозапасы, которые представляют собой объем влаги сверх влагозапасов на уровне влажности завядания. Поэтому значения w_{cp} из таблицы на кривой требований растений прибавляются к ВЗ.

Степень необходимости мелиоративных мероприятий оценивается на основании данных таблицы 2.7.

Таблица 2.7.

Вероятность и степень необходимости гидромелиорации.

Вероятность необходимости мелиоративных воздействий P, %	Необходимость мелиоративных мероприятий
<10	Низкая
10...30	Средняя
>30	Высокая

2.7 Сельскохозяйственные (материальные) ресурсы

2.7.1 Определение продуктивности кормовой базы животноводства

Продуктивность кормовой базы определяется по многолетним травам. В бассейне реки урожай трав определяется с учетом использования лугов и 30% площади пашни. Возможный урожай трав ($B_{тр}$) определяется по формуле:

$$B_{тр} = Y_{\max} \times S_{тр \text{ фак}} \times (F_{тр} + 0,3 \times F_{паш}), \text{ ц} \quad (2.22)$$

где Y_{\max} - максимально возможная урожайность трав (определяется по графику (рис. 2.10); $S_{тр \text{ фак}}$ - относительная фактическая продуктивность многолетних трав (определена по выражению 2.19); $F_{тр}$, $F_{паш}$ - соответственно, площадь лугов и пашни (определены в разделе 2.1).

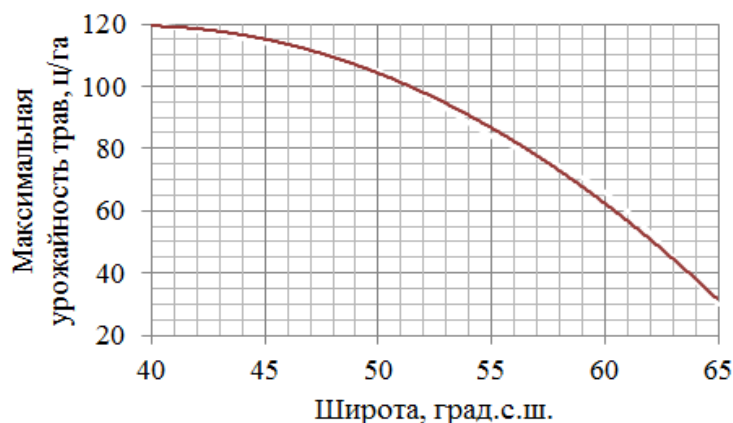


Рис. 2.10 Изменение максимально возможной урожайности многолетних трав (Y_{\max}) по широте.

2.7.2 Определение потенциальной численности крупного рогатого скота

Заданная продуктивность кормовой базы животноводства может прокормить $N_{\text{КРС}}$ голов крупного рогатого скота (КРС). Для определения поголовья скота ($N_{\text{КРС}}$) используется экологическая пирамида биомасс лугового сообщества, которая показывает соотношение между травянистой растительностью, травоядными и хищниками (рис.2.11).



Рис.2.11. Экологическая пирамида пастбищного сообщества, показывающая соотношение между травянистой растительностью, травоядными и хищниками (в процентах от биомассы растений).

Биомасса трав $B_{\text{тр.}}$ принимается равной 100%, тогда биомасса крупного рогатого скота, согласно рис.2.11, составит $B_{\text{крс}}$ - 4%. В натуральных показателях биомасса крупного рогатого скота определяется по формуле:

$$B_{\text{крс}} = \frac{B_{\text{тр.}} \cdot 4\%}{100\%} \cdot 100, \text{ кг} \quad (2.23)$$

$$N_{\text{крс}} = \frac{B_{\text{крс}}}{G}, \text{ гол.},$$

где G – средний вес одного животного, $G=400$ кг.

На 1га площади занятой травами могут кормиться $n_{\text{крс}}$ голов крупно рогатого скота:

$$n_{\text{крс}} = N_{\text{крс}} / (F_{\text{луга}} + 0,3 \cdot F_{\text{паш}}), \text{ голов/га} \quad (2.24)$$

При расчете поголовья скота величины $N_{\text{крс}}$ округляются в меньшую сторону до целых значений.

2.7.3. Потенциальный выход молока и мяса

Полученное в разделе 1.7.2 поголовье крупнорогатого скота позволяет получать мясную и молочную продукцию. Принимаем, что 1/3 поголовья используется для получения мяса, с выходом мяса –200 кг/гол; 2/3 поголовья – на производство молока, с выходом молока 3000 л/год·голову.

$$M_{\text{мяс}}=N_{\text{КРС}}\times 200/3, \text{ кг/год}$$

$$M_{\text{мол}}=N_{\text{КРС}}\times 2\times 3000/3, \text{ л/год} \quad (2.25)$$

2.7.4. Оценка урожая сельскохозяйственных культур

Оценка урожая (валового сбора) сельскохозяйственных культур проводится для среднесуточных условий (В).

$$B_i=U_{\text{max } i}\times S_{\text{ф } i}\times \chi_i\times F_{\text{с/х}}, \text{ ц}$$

где i - вид растения (зерновые, картофель, овощи и др.);

U_{max} – максимальная возможная в конкретных условиях урожайность культуры (принимается по рис.2.12 в зависимости от широты местности);

χ – доля площади, занимаемая культурой в составе севооборота (принимается по табл.2.8);

$S_{\text{ф}}$ –относительная фактическая урожайность культуры (берется из табл.2.10).

Расчеты выполняются в табличной форме.

Табл.2.8

Расчет урожая сельскохозяйственных культур.

Культура	$U_{\text{max } i}$, ц/га	$S_{\text{ф } i}$	χ_i	F_i , га	B_i , ц
Зерновые			0,3		
Картофель			0,25		
Овощи			0,15		

Оставшиеся 30% площади заняты травами.

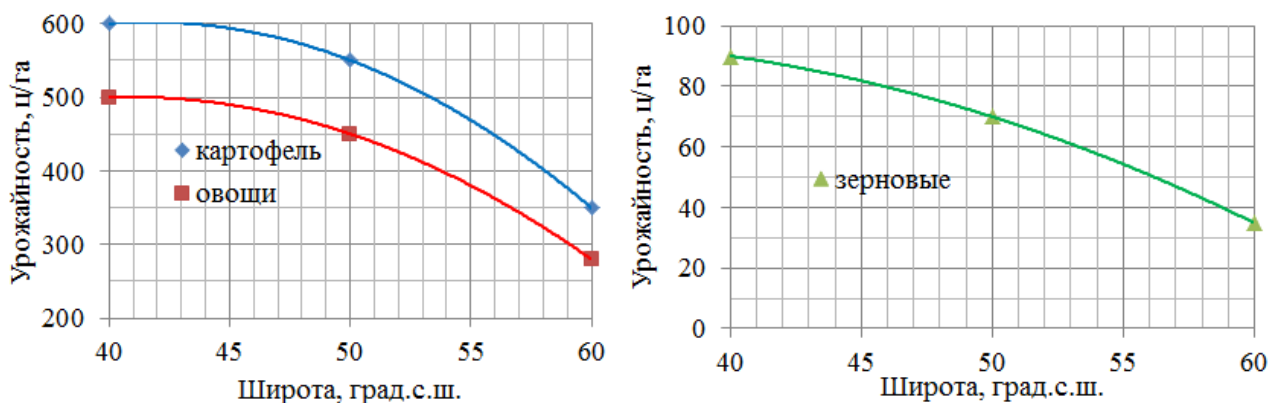


Рис.2.12 Изменение максимально возможной урожайности сельскохозяйственных культур по широте местности.

3. БАЛАНС РЕСУРСОВ

Баланс ресурсов - это сопоставление **располагаемых (Р) ресурсов с потребностью в них (П)** для населения, проживающего на территории данного объекта (бассейна реки). Баланс ресурсов (Б) определяется как разность между располагаемыми ресурсами (Р) и потребностью населения в данном виде ресурса (П).

Баланс составляется для каждого вида ресурса и в целом по всем ресурсам. В последнем случае все составляющие баланса переводятся в денежное (или энергетическое) выражение. Уравнение баланса имеет вид:

$$B_i = P_i - \Pi_i, \text{ млн. руб.} \\ P_i = Z_i \times C_i, \text{ млн. руб.}, \Pi_i = N \times q_i \times C_i, \text{ млн.руб} \quad (3.1)$$

где Z_i - используемые запасы ресурсов; C_i – стоимость единицы ресурса; N – численность населения; q_i – удельная норма потребления i -го вида ресурса одним человеком.

3.1 Оценка располагаемых ресурсов

Располагаемые природные ресурсы – это часть ресурсов, допустимая для использования, по экологическим соображениям. Допустимая для использования часть используется для определить темпов изъятия (уровень потребления) природного ресурса. Данная величина необходима для планирования объемов использования ресурсов. Сопоставление ее с допустимым значением ско-

рости изъятия ресурса позволяет учесть условия его естественного самовосстановления.

3.1.1 Располагаемые ресурсы древесины

Время практического самовосстановления лесов составляет 50 лет, то есть 2% в год. За 15 лет восстанавливается 30% лесов.

$$Z_{\text{др. год}}^{\text{ис}} = P_{\text{др}} \times 0,02, \text{ т} \quad (3.2.)$$

где $P_{\text{др}}$ - запасы деловой древесины на объекте (см. п.1.2. данного учебного пособия).

При плотности древесины $0,7 \text{ т/м}^3$ получим: $Z_{\text{др}}^{\text{ис}} = Z_{\text{др}}^{\text{ис}} / 0,7, (\text{м}^3)$

3.1.2 Располагаемые водные ресурсы

Водные ресурсы используются для водоснабжения городских и сельских населенных пунктов, промышленного водоснабжения и орошения полей. Промышленные предприятия и орошаемое земледелие использует речной сток, а для целей питьевого водоснабжения используются подземные воды.

Располагаемые водные ресурсы поверхностного (речного) стока для лет разной обеспеченности определяются как разность между естественным и экологическим стоком (данные для расчета берутся из п.1.5.1. и 1.5.2. данного учебного пособия):

$$\begin{aligned} W_{\text{товарн}}^{75\%} &= W_{\text{р}}^{75\%} - W_{\text{экол}}^{75\%} \\ W_{\text{товарн}}^{95\%} &= W_{\text{р}}^{95\%} - W_{\text{экол}}^{95\%} \end{aligned} \quad (3.3.)$$

Возможность удовлетворения потребности в воде проверяется для условий основной и проверочной расчетной обеспеченности года по стоку реки. Основная расчетная обеспеченность - 75% гарантирует в течении 75 лет из 100, что речной сток будет не меньше стока в год 75%. Проверочная обеспеченность – 95% позволяет определиться с располагаемыми ресурсами воды в условиях остро маловодного года, вероятность появления которого 5 лет из 100. Потребность в воде для городов, сельских населенных пунктов, промышленных пред-

приятый и орошаемого земледелия рассчитывается по формулам (млн. м³) [Малые реки, 2001]:

$$W_{\text{Гор}} = \frac{q_{\text{Гор}} \cdot N_{\text{Гор}} \cdot 365}{\eta \cdot 10^9}$$

;

$$W_{\text{Сел}} = \frac{q_{\text{Сел}} \cdot N_{\text{Гор}} \cdot 365}{\eta \cdot 10^9}$$

;

;

(3.4)

где $q_{\text{Гор}}$, $q_{\text{Сел}}$ – нормы водопотребления для городских и сельских населенных пунктов, л/сут·чел (назначаются в зависимости от степени благоустройства зданий застройки по таблице 2.1.); M – оросительная норма (зависит от вида выращиваемых сельскохозяйственных культур и природно-климатических условий); 365 – число дней в году; $N_{\text{Гор}}$, $N_{\text{Сел}}$ – численность городского и сельского населения (задается в исходных данных или определяется по таблицам приложения зная плотность населения ρ , чел/км²):

$$N_{\text{Сел}} = \rho \times \mu_{\text{Сел}} \times F_{\text{бас}} / 100, \quad N_{\text{Гор}} = \rho \times \mu_{\text{Гор}} \times F_{\text{бас}} / 100,$$

где $\mu_{\text{Гор}}$, $\mu_{\text{Сел}}$ – относительная численность городского и сельского населения в области где расположен бассейн реки, %); η – коэффициент полезного действия системы водоснабжения ($\eta_{\text{Гор}}=0,9$; $\eta_{\text{Сел}}=0,8$); $\eta_{\text{ор}}=0,85$); $F_{\text{ор}}$ – площадь орошаемых земель на объекте, в задании принимается $F_{\text{ор}}=(0,04 \dots 0,1) \cdot F_{\text{с/х угод}}$, га).

В учебном задании значение объема водопотребления промышленностью ($W_{\text{пр}}$) задается в интервале $W_{\text{пр}}=30 \dots 60$ млн.м³ или принимается по соотношению, в зависимости от объема водопотребления городским населением:

$$W_{\text{пр}} = \chi_{\text{пр}} \times W_{\text{Гор}} / \chi_{\text{Гор}},$$

где $\chi_{\text{пр}}$, $\chi_{\text{Гор}}$ – соответственно, доля водопотребления промышленностью и городским населением (см. приложение).

Оросительная норма $M_{ор}$ задается в бланке задания по вариантам в интервале: $M_{ор}=1000\dots4500 \text{ м}^3/\text{га}$, или принимаются по таблице приложения.

Условие обеспечения населения и отраслей экономики водой соблюдаются при выполнении следующего соотношения:

$$\sum W > W_{\text{тов}}^{P\%},$$

По условию задания водопотребление из реки, осуществляется для целей промышленности и орошения, поэтому:

$$\sum W = W_{\text{пр}} + W_{\text{ор}} \quad (3.5)$$

где $W_{\text{тов}}^{P\%}$ -товарный сток реки в маловодный год $P\%$ обеспеченности, который равен разности естественного речного стока и экологического.

3.1.3 Использование торфа для отопления сельских домов

Оценка использования торфа для отопления сельских домов включает:

- определение необходимого количества торфа для отопления одного дома;
- определение времени использования располагаемого ресурса торфа для целей отопления.

Учитывается экологическое требование, ограничивающее количество добываемого торфа в объеме 30%. Это обосновано «Законом 10%» который говорит, что изъятие более 10...30% вещества приводит к деградации экосистемы.

Определение необходимого количества торфа для отопления дома.

Количество удельной тепловой энергии для отопления дома (q) включает: 40 ватт/м³ –количество тепла для отопления внутреннего пространства (базовое количество тепла q_6), 100 ватт на окно ($q_{ок}$) и 200 ватт на входную дверь ($q_{дв}$). Для условий деревенского дома (одиг этаж, пять окон и две двери) можно принять $q_6=40+5\times100+2\times200=940$ ватт. Данное значение умножается на коэффициент, учитывающим потери тепла через внешний контур здания (загородный дом включает во внешний контур четыре стены, пол и крышу) коэффициент $K_{ц}=1,5$.

Тепловая мощность умножается на региональный коэффициент, учитывающий климатические особенности местности ($K_{кл}$) (рис. 2.13).

Общая формула для расчета потребности в отоплении имеет вид:

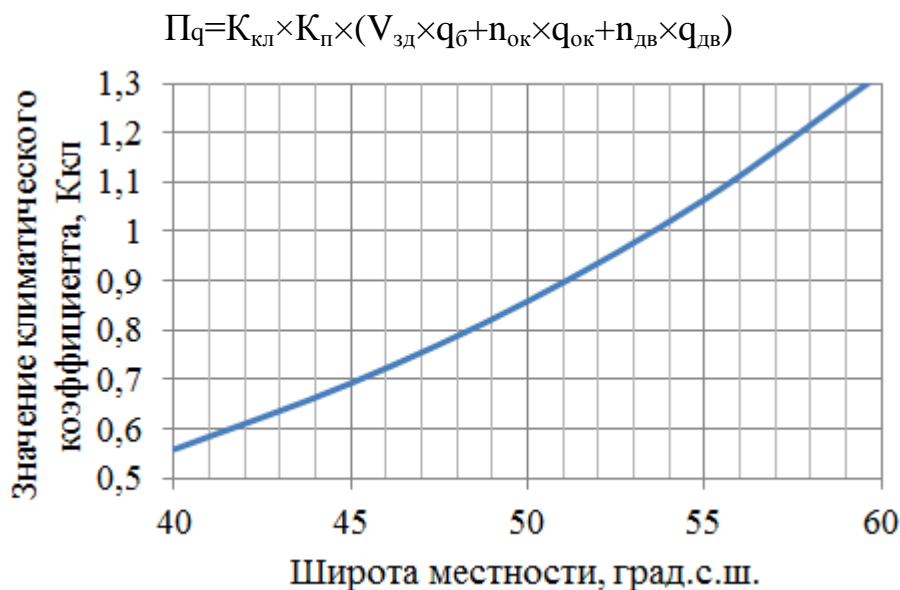


Рис. 2.13 Зависимость климатического коэффициента ($K_{кл}$) от широты местности.

Расход топлива (дрова или торф) (V_p) за отопительный сезон (количество месяцев с отрицательной среднемесячной температурой воздуха $N_{зим}$ умноженной на количество часов в месяце 720час) определяется с учетом их теплоотдачи $Q_{уд}$:

- дрова — 3,9 кВт/кг
- торф — 4,9 кВт/кг

$$V_{p\text{ др}} = Pq \times N_{зим} \times 720 / (2 \times Q_{уд\text{ др}} \times 1000), \text{ кг}$$

где 2 – коэффициент учитывающий снижение расхода топлива в реальных условиях по сравнению с расчетными; 1000 – переводной коэффициент учитывающий, что 1кВт=1000ватт.

Пример расчета потребного количества тепла (в час) для загородного коттеджа размером $10 \times 10 \times 3$ м в Костромской области (58 град.с.ш.):
 объем здания равен $V_{зд} = 10 \times 10 \times 3 = 300 \text{ м}^3$;

потребность в отоплении с учетом базовой энергии

$$V_{зд} \times q_b + n_{ок} \times q_{ок} + n_{дв} \times q_{дв} = 300 \times 40 + 5 \times 100 + 2 \times 200 = 12900 \text{ ватт};$$

коэффициент учитывающий потери тепла $K_n = 1,5$;

потребность в тепле с учетом климатического коэффициента ($K_{кл} = 1,21$):

$$P_q = 12900 \times 1,5 \times 1,21 = 23414 \text{ ватт.}$$

продолжительность отопительного периода $N_{зим} = 5 \text{ мес: } 720 \times 5 = 3600 \text{ час.}$

расход дров за отопительный период при $Q_{уд} = 3,9 \text{ кВт/кг:}$

$$P_{q \text{ др}} = 12900 \times 3600 / (2 \times 1000 \times 3,9) = 6000 \text{ кг}$$

Вывод: для отопления дома в зимний период времени требуется 6т дров.

Определение времени использования располагаемого ресурса торфа для целей отопления.

Время использования располагаемого ресурса торфа для отопления зависит от численности сельского населения N_c , удельном потреблении ресурса P_q и количества самого ресурса. Численность сельского населения (принимается по таблице приложения в зависимости от плотности населения на рассматриваемом объекте). Средняя численность семьи принимается равной – 3...4 человека.

Число лет использования торфа рассчитывается по формуле:

$$T = \frac{P_m \cdot 30\%}{\left(\frac{N_c}{4}\right) \cdot B_p \cdot 100\%}, \text{ лет} \quad (3.6)$$

где P_T – запасы торфа в кг (см п. 2.3. данного учебного пособия).

Вывод о возможности использования торфяных залежей для разработок, с целью использования торфа для отопления сельских домов, делается на основе сравнения: полученного значения числа лет использования ресурса со сроком рентабельного использования. Срок рентабельного использования оборудования по добыче и подготовке торфа составляет 10...15 лет.

При $T_{рен} > 15$ лет – использование торфа рентабельно.

При $T_{рен} < 15$ лет – использование торфа экономически невыгодно.

3.1.4 Ветровая энергия

Ветроустановки в сельской местности используются из расчета 1 установка на дом (семью из 4 человек). В работе рассматривается ветровая установка пропеллерного типа, с рабочим диаметром пропеллера – 15м, 30м, к.п.д. ветроустановки – 0,4. Получаемое количество энергии определяется по выражению:

$$Э_{вет} = Э_v \cdot \frac{N_c}{4} \cdot \text{кпд} \text{ кВт}\cdot\text{час} \quad (3.7)$$

где Эв –производительность ветровой установки (определяется по рисунку 2.4).

3.1.5 Использование водной энергии

Речная вода обладает кинетической энергией, которую возможно запастись в водохранилище, предварительно переводя ее потенциальную энергию, или непосредственно использовать энергию течения воды. Для этих целей используются традиционные гидроэлектростанции (ГЭС) и отдельные турбинные агрегаты (например, микро ГЭС).

Использование располагаемого гидроэнергopotенциала реки

Гидроэнергopotенциал реки используется для выработки энергии на ГЭС. Располагаемая часть потенциала ограничивается возможным для использования перепадом уровней воды. Например, для равнинных малых и средних рек, разумный для использования, с экологической точки зрения, перепад уровней воды составляет 10...15м.

Создание малой ГЭС с напором $H_{ГЭС}$, к.п.д. турбин и генератора -0,85 позволяет получать объем располагаемой гидроэнергии:

$$\mathcal{E}_{ГЭС} = \frac{\mathcal{E}_{реки} \cdot 0,85 \cdot H_{ГЭС} \cdot 4000}{L \cdot I \cdot 8760} \text{ кВт}\cdot\text{час} \quad (3.8)$$

где \mathcal{E}_p – водные энергоресурсы; L – длина реки, м; I – уклон реки; 4000 – количество часов работы ГЭС в году; 8760 – количество часов в году.

Проверка возможности использования энергии течения потока

Использование кинетической энергии течения речной воды зависит, в основном, от скорости течения v (м/с) и конструкции турбин:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{теч} &= m \times v^2 / 2 = Q \times \rho \times k \times v^2 \times \mu \times \tau / \\ Q &= v \times S \quad S = \pi \times d^2 / 4 = 0,785 \times d^2 \\ \mathcal{E}_{теч} &= m \times v^2 / 2 = S \times \rho \times k \times v^3 \times \mu \times \tau / 2 \end{aligned}$$

Скорость течения воды в реке $v=0,5...2$ м/с, Коэффициент заполнения пространства $k=0,4...0,8$, плотность воды $\rho=1$ т/м³, к.п.д. гидросилового агрегата $\mu=0,6$, при круглогодичной работе $\tau=8760$ час/год:

$$\mathcal{E}_{\text{теч}} = m \times v^2 / 2 = 0,39 \times d^2 \times \rho \times k \times v^3 \times \mu \times \tau = 1640 \times d^2 \times v^3, \text{ кВт}\cdot\text{ч}$$

Суммарное количество электроэнергии, получаемое при использовании одной гидроэлектростанции, ветровой установки и капсульной гидроустановки составит:

$$Z_3 = \mathcal{E}_{\text{ГЭС}} + \mathcal{E}_{\text{теч}} + \mathcal{E}_v,$$

3.2 Оценка обеспеченности ресурсами

Оценка обеспеченности населения и отраслей экономики ресурсами делается на основе составления баланса ресурсов. Баланс ресурсов является основой для планирования, использования и обоснования управляющих мероприятий.

3.2.1. Обеспеченность населения водными ресурсами

Население использует воду в коммунально-бытовом хозяйстве. Коммунально-бытовое хозяйство характеризуется относительно равномерным среднемесячным потреблением воды, в течение года. Нормы водопотребления зависят от степени благоустройства и принимаются в соответствии с таблицей 3.1.

Табл. 3.1.

Нормы водопотребления в коммунально-бытовом хозяйстве
в зависимости от степени благоустройства

Характеристика степени благоустройства	Нормы водопотребления, л/сут·чел.
Сельская местность	
Водозабор из колодцев	30
Водозабор из водоразборных колонок общего пользования	50
Поселки городского типа	
Централизованное водоснабжение холодной водой, канализация	125...160
Города	
Централизованное водоснабжение холодной водой, канализация, с ваннами и местным отоплением	160...230
Централизованное водоснабжение холодной и горячей водой и канализация с централизованным отоплением	230...360

Обеспеченность населения водными ресурсами для хозяйственно питьевых целей определяется отношением располагаемых ресурсов к объему годового водопотребления:

$$\alpha_{ов} = \frac{(W_{товарн} + W_{пв}) \cdot 0,95}{(N_{г} \cdot q_{г} + N_{с} \cdot q_{с}) \cdot 365}, \quad (3.9)$$

где $W_{товарн}$ – товарный сток реки, $W_{товарн} = W_{р} - W_{экол.}$ (см. п.2.5.1 и 2.5.2. данного учебного пособия); $W_{пв}$ – объем годового водозабора подземных вод (см. п. 1.5.3. данной учебного пособия); $N_{г}$ – численность городского населения (тыс. чел.); $N_{с}$ – численность сельского населения (тыс. чел.); $q_{с}$ – норма водопотребления для условий сельской местности (принимается по таблице 2.1.); $q_{г}$ – норма водопотребления в городских условиях (принимается по таблице 2.1.); 365 – количество дней в году; 0,95 – коэффициент полезного действия системы водоснабжения. Условиям обеспеченности населения водой соответствует значение коэффициента $\alpha_{ов} \geq 1$.

3.2.2 Обеспеченность населения продуктами животноводства

Обеспеченность населения объекта мясом и молоком делается с учетом годовой нормы продуктов питания одним человеком [Виткевич В.И., 1966]. Норма мясных продуктов – $N_{мяс} = 30 \text{ кг/год}$ на чел. Норма молочных продуктов – $N_{мол} = 200 \text{ л/год}$ на чел. Обеспечение населения продуктами животноводства определено с помощью расчета количества продуктов производимых в регионе на одного человека $P_{мол.}$, $P_{мяс.}$, которые сравниваются с нормой питания:

$$P_{мол} = \frac{M_{мол}}{N_{общ}} \quad P_{мяс} = \frac{M_{мяс}}{N_{общ}} \quad (3.10)$$

где: $M_{мол}$ и $M_{мяс}$ – производство молока и мяса в регионе (соответственно в кг и л); $N_{общ}$ – общая численность городского и сельского населения на объекте (чел); $N_{общ} = N_{с} + N_{г}$

Объем мяса определяется по формуле:

$$M_{мяс} = \frac{1}{3} \cdot N_{крс} \cdot 200 \quad (3.11)$$

$$M_{мол} = \frac{2}{3} N_{крс} \cdot 3000$$

где: $N_{крс}$ – численность поголовья крупного рогатого скота на объекте, голов.

Обеспеченность населения продуктами животноводства соответствует условиям:

$$N_{\text{мяс}} \leq P_{\text{мяс}} \quad N_{\text{мол}} \leq P_{\text{мол}}$$

Если условие не выполняется, население региона не обеспечено мясом и (или) молоком. В этом случае планируется увеличение поголовья скота на 20% за счет увеличения орошаемых площадей, имеющих высокую продуктивность;

3.2.3 Обеспеченность населения продуктами растениеводства

Урожайность сельскохозяйственных культур определяется для условий богарного земледелия, с помощью кривых требований растений к водным и термическим условиям (см. п.2.6.2 данного учебного пособия). По кривым требований растений определяется относительная продуктивность трех сельскохозяйственных культур, для среднесуточных значений почвенных влагозапасов и температуры.

$$S_{\text{факт } j} = \min\{S_{t \text{ ср. } j}, S_{w \text{ ср. } j}\}$$

где j – номер сельскохозяйственной культуры; $S_{\text{факт } j}$ – фактическая относительная продуктивность j -ой культуры.

Валовый сбор продукции растениеводства определяется по формуле:

$$P_j = \alpha_j \times F \times Y_j, \text{ (кг)}$$

$$Y_j = S_{\text{факт } j} \times Y_{\text{макс } j}$$

где α_j – доля площади севооборота, которую занимает j -ая сельскохозяйственная культура (см. табл.3.2); F – площадь пашни (берется с диаграммы использования земель п.2.1.), га; $Y_{\text{макс } j}$ – максимально возможная урожайность культур принимается по рис. 2.12.

Табл.3.2.

Структура севооборота.

Вид с/х культур	Зерновые	Овощи	Травы
Доля площади севооборота, занятая культурой (α_j)	0,5	0,2	0,3

Примечание: структура севооборота может задаваться преподавателем по вариантам. Студентам ИВД и заочного обучения допустимо принимать значения их таблицы 3.2.

Обеспеченность населения продуктами растениеводства проверяется по обеспеченности: зерном, картофелем и овощами. Для этого, объем получаемой продукции $P_{пр}$ на одного человека сравнивается с нормой питания. Объем получаемой продукции определяется как частное от деления валового сбора продукции на общую численность населения:

$$\begin{aligned} P_{пр}^{зерн} &= \Pi_{зерн} / (N_{г} + N_{с}) \\ P_{пр}^{карт} &= \Pi_{карт} / (N_{г} + N_{с}) \\ P_{пр}^{ов} &= \Pi_{ов} / (N_{г} + N_{с}) \end{aligned} \quad (3.14)$$

Норма питания (H , кг/чел.) определяется на основе медицинских и социально-экономических условий и составляет для России: $H_{зерн} = 130$ кг/чел·год, $H_{карт} = 110$ кг/чел·год, $H_{ов} = 150$ кг/чел·год. (физиологические нормы). Население обеспечено продуктами растениеводства если:

$$P_{пр j} \geq H_j$$

3.2.4 Обеспеченность животноводства кормовой базой

Определяется обеспеченность поголовья КРС валовым сбором трав выращиваемых на объекте $B_{тр}$ (см. п.2.7.1). Определяется количество удельное количество трав приходящееся на единицу массы скота:

$$P_{тр} = \Pi_{тр} / N_{крс} \times 400, \quad (3.15)$$

где $N_{крс}$ – поголовье крупного рогатого скота, 400 кг – масса одной коровы.

Крупно рогатый скот обеспечен фуражными кормами, если $P_{тр} \geq 0,4$.

3.2.5 Обеспеченность населения энергоресурсами

Оценка обеспеченности населения энергоресурсами осуществляется путем определения отношения ($P_{энерг}$) имеющихся энергоресурсов (оцененных в п.3.1.4 и 3.1.5) и годового потребления электроэнергии населением, проживающего на объекте.

Годовое потребление электроэнергии на территории объекта рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{потр}}=14 \times (N_{\text{г}}+N_{\text{с}}) \times 365, \quad (3.15)$$

где 14– средняя суточная норма потребления электроэнергии, кВт·ч; 365- число суток в году; $N_{\text{г}}$, $N_{\text{с}}$ - численность соответственно городского и сельского населения на территории речного бассейна.

Располагаемые ресурсы энергии на объекте составляют $\mathcal{E}_{\text{вет.}}+\mathcal{E}_{\text{реки}}$.

$$P_{\text{энерг.}}=(\mathcal{E}_{\text{вет.}}+\mathcal{E}_{\text{реки}})/\mathcal{E}_{\text{потр}} \quad (3.16)$$

Население обеспечено собственными энергоресурсами если $P_{\text{энерг.}} \geq 1$.

На основе всех полученных данных составляется таблица баланса ресурсов (табл. 3.3). Представленный баланс используется для разработки сценария развития экономики бассейна реки в планируемой перспективе, в соответствии с результатами анализа потенциала и достаточности природных ресурсов.

Выводы.

1. Отрицательный баланс по отдельным видам ресурсов означает, что обеспечить потребности населения невозможно без внешних закупок.
2. Отрицательный суммарный баланс означает, что дальнейшее развитие бассейна (региона) возможно только путем привлечения капитала и внедрения современных технологий на основе принципов рационального природопользования.
3. Положительный баланс по конкретным видам ресурсов свидетельствует о наличии резерва для погашения дефицита других видов ресурсов.
4. Положительный суммарный баланс дает представление о гарантированных возможностях развития объекта в перспективе в условиях устойчивой экономики. Однако для успешного развития региона необходим грамотный бизнес план, максимально ориентированный на собственную ресурсную базу.

Табл. 3.3.

Сводная таблица балансов ресурсов для бассейна реки.

Виды ресурсов.	Ресурсы (R)			Потребление (П)			Баланс Б=R-П
	Располагаемый объем	Стоимость единицы	Стоимость ресурса	Норма потребления.		Потребность в ресурсах	
				Город	Село		
1	2	3	4=2×3	5	6	7	8=4-7
Природные							
Биологические	V _{др.исп.} млн.м ³	4000 руб.		0,1 м ³ /чел.	0,5 м ³ /чел.	$(0,1 \times N_{Г} + 0,5 \times N_{С}) \times 4000$	
Энергетические	ΣЭ	3 руб./ кВт·ч		1,5 кВт·ч./сут.	1 квт·ч./сут.	$(1,5 \times N_{Г} \times 365 + 1 \times N_{С} \times 365) \cdot 3$	
Водные ЖКХ	W _{товарн.95%}	20 руб./м ³		250 л/сут.	50 л/сут.	$(250 \times N_{Г} + 50 \times N_{С}) \times 365 \times 20 / 0,9$	
Материальные							
Орошение	W _{товарн.75%}	5 руб./м ³		-	W _{ор.} , F _{ор.}	$W_{ор} \times F_{ор} \times 5 / 0,85$	
мясо	M _{мясо} , кг	300руб/кг		30кг.	30кг.	$(N_{Г} \times 30 + N_{С} \times 30) \times 300$	
Молоко	M _{мол} , л	40 руб./л		200л	200л	$(N_{Г} \times 200 + N_{С} \times 200) \times 40$	
Зерно	U _{зер} , кг	25руб/кг.		130кг	130кг	$(N_{Г} \times 100 + N_{С} \times 200) \times 25$	
Картофель	U _{карт} , кг	30руб/кг		110кг	110кг	$(N_{Г} \times 110 + N_{С} \times 110) \times 30$	
Овощи	U _{ов} , кг	45руб/кг		150кг	150кг	$(N_{Г} \times 150 + N_{С} \times 150) \times 45$	

4. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Побочный негативный результат использования природных ресурсов проявляется в виде ухудшения экологического состояния водных ресурсов, почв и др. объектов живой и не живой природы. Негативное воздействие связано с истощением ресурсов, загрязнением компонентов природы и их засорением. В данной работе рассматриваются вопросы:

- загрязнение водных объектов;
- изменение содержания гумуса почв;
- загрязнение подземных вод.

В случае если негативное воздействие антропогенной деятельности приводит к недопустимому ухудшению рассматриваемых природных объектов, рассматриваются вопросы применения природоохранных мероприятий и делается оценка их эффективности.

4.1 Оценка загрязненности воды по длине реки

Оценка загрязненности водных объектов проводится с целью обоснования мероприятий по их охране. Загрязненность воды определяется путем сравнения концентрации загрязняющих воду веществ (C_i) с их нормативными значениями ($ПДК_i$ – предельно допустимая концентрация):

- если $C_i \leq ПДК_i$ вода не загрязнена i -м веществом;
- если $C_i > ПДК_i$ вода загрязнена сверх нормативных значений.

Концентрация вещества в воде - это количество данного вещества в единице объема воды, мг/л. **Предельно допустимая концентрация** – максимальное количество вредного вещества в среде (например, воде), при постоянном или временном контакте с которым, не оказывается негативное влияние на здоровье человека и его потомство.

В работе загрязненность воды оценивается путем определения концентрации фосфора в воде. Выбор контрольного вещества обосновано следующим [Хрисанов Н.И., 1993.].

Фосфор является лимитирующим развитие водной биоты веществом и характерным загрязнителем, т.к. поступает в водные объекты от сосредоточенных и рассредоточенных источников загрязнения. Фосфор относится к комплексным показателям загрязненности воды, т.е. по его концентрации можно судить об экологическом состоянии водного объекта.

Для проведения расчетов следует начертить расчетную схему поступления веществ в реку (рис.4.1.), где выделяются расчетные створы, которые назначаются в местах:

- исток и устье реки (точки 0 и 5);
- изменение видов угодий, с которых в реку поступают загрязняющие вещества, точка 1 и 2 (где граничат лес и болото; лес, луг и сельскохозяйственные угодья);
- места сосредоточенного воздействия (точки 3 – сброс сточных вод сельского коммунально-бытового хозяйства и фермы КРС, точка 4 – сброс сточных вод промышленности, городского коммунально-бытового хозяйства).

Расчетные створы в местах сосредоточенного воздействия должны учитывать условия до и после данного воздействия, поэтому на схеме отражаются двойные створы, например: 3 и 3'.

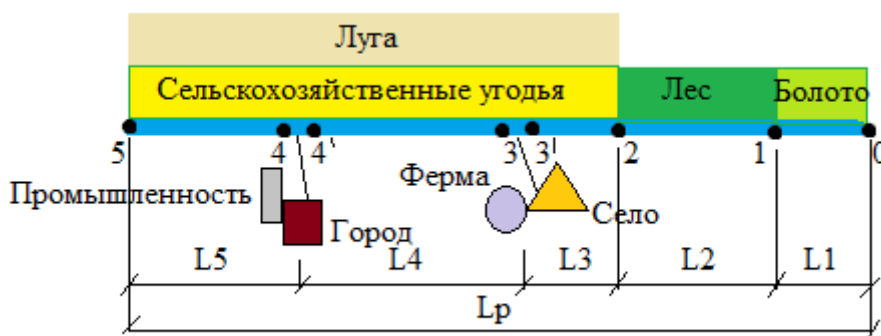


Рис. 4.1 Расчетная схема источников поступления веществ в реку.

На расчетной схеме показываются длины участков реки между створами, к которым подвешены определенные угодья. Расчеты, в работе, выполняются с без учета и с учетом проведения водоохраных мероприятий, которые на-

правлены на снижение объемов загрязнений поступающих в реку от источников загрязнения:

- водооборот в промышленности
- очистка сточных вод города
- устройство водоохраных зон
- устройство отстойников, буртование навоза на ферме
- обвалование территорий сельских населенных пунктов, устройство выгребных ям, складирование отходов
- доочистка стоков животноводческой фермы на биоинженерных сооружениях
- учет противоэрозионных мероприятий и мероприятий по сохранению почвенного плодородия на сельскохозяйственных угодьях.

Кроме того, учитываются условия:

- город и сельский населенный пункт, и животноводство берут воду из подземного водоносного горизонта, гидравлически не связанного с рекой;
- промышленное предприятие забирает воду из реки.

Концентрация загрязняющего вещества рассчитывается по формуле:

$$C(x)=G(x)/(1000 \times W(x)), \text{ мг/л} \quad (4.1)$$

где $G(x)$ - объем вещества поступающего в реку от источников загрязнения, кг; $W(x)$ – объем воды в реке, млн. м³; x – расстояние от истока реки (определяется по карте), км.

4.1.1 Определение объемов загрязняющих веществ поступающих в реку

Объемы загрязняющих веществ, поступающих в реку, определяются в целом для источника загрязнения (например, сельхоз угодья) и далее распределяются по конкретным участкам.

Табл. 4.1

Формулы для расчёта объемов фосфора поступающих в реку
от природных и антропогенных источников.

Источники	Формула	Значения параметров
Лес	$G_{л} = g_{л} \times F_{л}$	$g_{л}$ – удельный вынос фосфора 0.056кг/га; $F_{л}$ – площадь леса (определяется по диаграмме баланса земельных ресурсов)
Луг	$G_{луг} = g_{луг} \times F_{луг}$	$g_{луг}$ – удельный вынос фосфора 0.1кг/га; $F_{луг}$ – площадь луга (определяется диаграмме земельных ресурсов)
Болото	$G_{б} = g_{б} \times F_{б}$	$g_{б}$ – удельный вынос фосфора 0.4кг/га; $F_{б}$ – площадь (определяется по диаграмме земельных ресурсов)
Сельскохозяйственные угодья**	$G_{с/х} = \alpha \times \beta \times \eta \times Y \times F \times (1 - \text{Эвоз}) \times (1 - \text{Эл.п.}) \times (1 - \text{Эрасп.}) \times (1 - \text{Этрав}) \times (1 - \text{Эуд.})$ $\text{Эвоз} = 0.7$ – эф-сть ВОЗ $\text{Эл. п.} = 0.4$ – эф-ть лесополос $\text{Эрасп.} = 0.5$ эф-ть распашки поперек склона $\text{Этрав} = 0.4$ – эф-ть введения трав в севооборот $\text{Эуд.} = 0.7$ – эф-ть соблюдения технологии внесения удобрений	$\alpha = 0.2$ – коэффициент учитывающий вид загрязнителя и тип почв, $\beta = 1$ – коэффициент учитывающий удаленность угодий от реки, η – содержание фосфора в растении (берется из таблицы 3.2. по ведущей культуре), Y – урожайность ведущей культуры, берется из п.1.7.4. работы). $F_{сз}$ – площадь сельхозугодий (определяется по диаграмме земельных ресурсов)
Город	$G_{г} = \text{ПДК} \times W_{вв г}$; $W_{вв г} = q_{г} \times N_{г} \times 365 \times 0,8 / (10^6 \times 0,9)$	$\text{ПДК} = 0.03$ мг/л
Животноводство	$G_{ж} = \text{ПДК} \times W_{вв ж}$ $W_{вв ж} = q_{ж} \times N_{ж} \times 365 \times 0,7 / (10^6 \times 0,9)$	$\text{ПДК} = 0.03$ мг/л
Село	$G_{с} = N_{с} \times g_{с} \times (1 - \text{Эвоз}) \times (1 - \text{Эотс}) \times (1 - \text{Эком.}) \times (1 - \text{Эуд.})$ $\text{Эотс} = 0.7$ – эф-ть отстойников и выгребных ям, $\text{Эком.} = 0.5$ – эф-ть складирования отходов и компостирования навоза.	$N_{с}$ – численность сельского населения (принимается по бланку задания), $g_{с} = 0.5$ кг/чел.·год – удельный выход фосфора от одного человека в год.

Примечание. Если в результате расчетов получится, что удельный вынос веществ с сельскохозяйственных угодий меньше чем для луговых угодий: $\alpha \times \beta \times \eta \times Y \times (1 - \text{Эвоз}) \times (1 - \text{Эл.п.}) \times (1 - \text{Эрасп.}) \times (1 - \text{Этрав}) \times (1 - \text{Эуд.}) < g_{луг}$, то вы-

нос веществ с с/х угодий с учетом водоохраных мероприятий определяется по формуле: $G_{с/х} = g_{луг} \times F_{с/х}$.

Табл. 4.2

Значения урожайности растений и содержания в них фосфора.

Растения	Урожайность растений, ц/га			η, кг/ц
	Минимальная	Средняя	Максимальная	
Зерновые	16-40	18-45	25-60	1.2
Овощи	200-400	220-450	300-600	0.15
Кормовые	100-250	150-300	200-500	0.17
Травы	30-90	40-90	50-150	0.63

Распределение объемов веществ по отдельным участкам реки (например, Глуга по участкам L3 и L5), в работе, делается пропорционально длинам участков реки, к которым подвешено данное угодье:

$$G_{\text{луга}}(L3) = G_{\text{луга}} \times L3 / (L_{\text{луга}}),$$

$$G_{\text{луга}}(L5) = G_{\text{луга}} \times L5 / (L_{\text{луга}})$$

4.1.2 Распределения объемов воды по длине реке

Объемы воды в реке определяются для конкретного створа. Если в расчетном створе действует сосредоточенное воздействие на реку (водозабор и сброс сточных вод), то объемы речного стока определяются до места водозабора (например, точки 4', 3' рис.3.1) и после точечного воздействия (точки 4, 3):

до сосредоточенного воздействия:

$$W_p(x) = W_p(x-1) + \Delta W(L) \quad (4.2)$$

с учетом сосредоточенного воздействия

$$W'_p(x) = W_p(x) - \Sigma W(x) + \Sigma W_{\text{вв}}(x)$$

Табл. 4.3

Объемы водопотребления и возвратных вод.

Источник воздействия	Возвратные воды	Водопотребление
Город	$W_{\text{вв г}}$	-
Промышленность	-	$W_{\text{пр}} - W_{\text{вв пр}}$
Село	$W_{\text{вв с}}$	-
Животноводство	$W_{\text{вв ж}}$	-

4.1.3 Расчет концентраций загрязняющих веществ по участкам реки

Расчет концентраций ведется в табличной форме (табл.4.4.).

Табл. 4.4

Расчет концентраций загрязняющего вещества по длине реки
для года 95% обеспеченности

№ створа	$G(x), \text{кг}$	$W(x), \text{млн.м}^3$	$C(x), \text{мг/л}$
0	0	0	0
1	$G1=G_{\text{бол}}$	$W1=W_p \times L1 / (L_p)$	$C1=G1/W1$
2	$G2=G1+G_{\text{лес}}$	$W2=W1+W_p \times L2 / (L_p)$	$C2=G2/W2$
3	$G3=G2+G_c/x \times L3 / (L3+L4+L5)+G_{\text{луг}} \times L3 / (L3+L4+L5)$	$W3=W2+W_p \times L3 / (L_p)$	$C3=G3/W3$
3'	$G3'=G3+G_c+G_{\text{ж}}$	$W3'=W3'+W_{\text{ВВЖ}}+W_{\text{ВВС}}$	$C3'=G3'/W3'$
4	$G4=G3+G_c/x \times L4 / (L3+L4+L5)+G_{\text{луг}} \times L4 / (L3+L4+L5)$	$W4=W3'+W_p \times L4 / (L_p)$	$C4=G4/W4$
4'	$G4'=G4+G_{\text{г}}+G_{\text{пр}}$	$W4'=W4+W_{\text{ВВГ}}-W_{\text{бвпр}}$	$C4'=G4'/W4'$
5	$G5=G4'+G_c/x \times L5 / (L3+L4+L5)+G_{\text{луг}} \times L5 / (L3+L4+L5)$	$W5=W4'+W_p \times L5 / (L_p)$	$C5=G5/W5$

Результаты расчетов отображаются в графическом виде рис. 4.2.

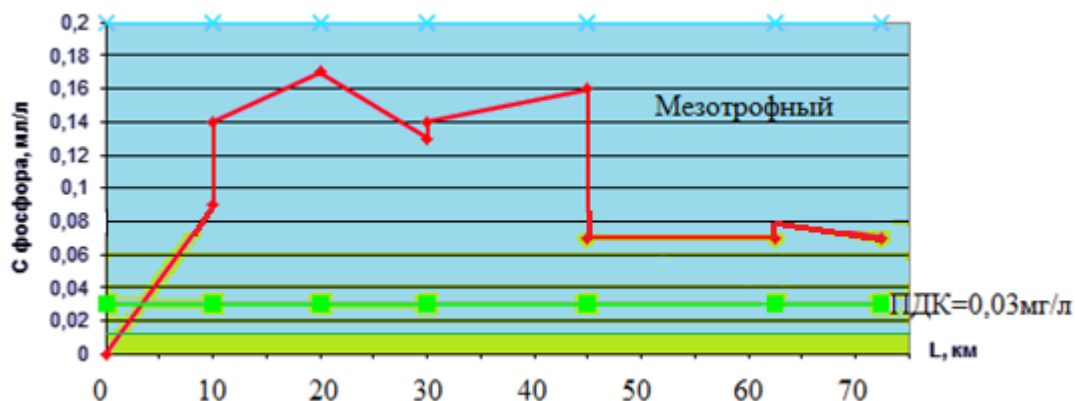


Рис. 4.2. Изменение концентрации фосфора по длине реки.

Оценка загрязненности речной воды проводится путем сравнения полученных концентраций фосфора с ПДК=0,03 мг/л. Фосфор является комплексным показателем загрязненности воды, это позволяет использовать его для оценки состояния водной экосистемы и качества воды (табл. 4.5.).

Табл. 4.5

Стадии развития водного объекта и пригодность воды для использования

Уровень	$C, \text{мг/л}$	Использование воды
---------	------------------	--------------------

трофности		
Олиготрофный	0,005...0.015	все виды использования
Мезотрофный	0,015...0,2	все виды водопользования, питьевое водоснабжение с предварительной очисткой
Эвтрофный	0,2...0,3	ограниченное рыбоводство, орошение, техническое водоснабжение с водоподготовкой
Дистрофный	>0,3	техническое водоснабжение с предварительной очисткой

Выводы.

1. На всех участках реки наблюдается превышение нормативов ПДК и доходит до 5,5ПДК.
2. Трофический статус реки соответствует «мезотрофному» уровню.
3. Качество воды соответствует классу «умеренно загрязненному».
4. Состояние водной экосистемы можно оценить как «удовлетворительное».
5. Вода может быть использована для всех видов водопользования, но для питьевых целей с предварительной водоподготовкой.

Табл. 4.6

Соответствие экологического состояния водных объектов классам качества воды.

Оценочный показатель	Класс качества воды					
	1	2	3	4	5	6
	Очень чистая	Чистая	Умеренно загрязнен.	Загрязненная	Грязная	Очень грязная
Фосфаты, мгР/л	0,005... 0,015	0,015... 0,05	0,05...0,2	0,2...0,3		0,3...0,6
Уровень трофности	Олиго-	мезотрофный		эвтрофный		Дистрофный

4.2. Прогноз изменения запасов гумуса в почве

Цель работы – обоснование мероприятий по охране почвенного плодородия земель сельскохозяйственного назначения.

Решаемые задачи.

- Составление прогноза изменения содержания гумуса в почве за год, для заданного варианта сельскохозяйственного использования земель.
- Выявление причин потерь гумуса.
- Обоснование почвоохранных мероприятий.

Исходные данные.

- Запасы гумуса в почве на начало расчетного года Γ_n (берется из бланка задания).
- Вынос гумуса из почвы при водной эрозии (на чистом пару) $\Gamma_{ч.п.}=10$ т/га.
- Баланс гумуса для естественных луговых угодий $\Delta\Gamma_{ест}=0,5$ т/га.
- Сельскохозяйственное использование земель (берется из бланка задания).

Плодородие почв – это способность почвы удовлетворять потребности растений в питательных элементах, воде, почвенном воздухе и благоприятной физико-химической среде для нормального роста и развития.

Одним из основных показателей плодородия почв является содержание гумуса в ней [Ковда, 1973]. **Гумус** – это темноокрашенное органическое вещество почвы, образующееся в результате разложения (гумификации) растительных и животных остатков, а также продуктов жизнедеятельности организмов, при затрудненном доступе кислорода. Основными процессами, влияющими на количество гумуса в почве, являются: гумификация, минерализация, эрозия.

Гумификация – это процесс превращения органического вещества в высокомолекулярное соединение, состоящее преимущественно из гуминовых и фульвокислот. Процесс гумификации начинается при температуре почвы $+3\dots5^\circ\text{C}$; заканчивается при $+60\dots65^\circ\text{C}$; угнетается при $+42^\circ\text{C}$.

Непосредственно из гумуса растения не способны получать питательные вещества. Гумус должен разложиться (минерализоваться), в результате чего в почву поступают доступные для растений питательные элементы (азот, фос-

фор, калий и др.). **Минерализация** – это разложение гумуса под действием воднотермических факторов внешней среды и микроорганизмов до минеральных составляющих, воды и углекислого газа.

Уравнение баланса гумуса имеет вид [Методические указания, 2000.]:

$$\Delta\Gamma = A \times \alpha - \Gamma_{\text{э}} - \Gamma_{\text{н}} \times \beta, \text{ т/га} \quad (4.3)$$

где $\Delta\Gamma$ - изменение содержания гумуса за расчетный период времени (год), т/га; A – количество корневых и пожнивных остатков, т/га; α – коэффициент гумификации растительных остатков; $\Gamma_{\text{э}}$ – потери гумуса при водной эрозии, т/га; $\Gamma_{\text{н}}$ – содержание гумуса на начало расчетного периода, т/га; β - коэффициент минерализации гумуса.

Количество корневых и пожнивных остатков определяется по формуле (табл. 4.7):

$$A = Y \times K, \text{ т/га} \quad (4.4)$$

Табл. 4.7

Расчет количества пожнивных и корневых остатков

Культура	Доля площади занимаемая i-ой культурой, α_i	Урожайность Y , т/га	Доля корневых и пожнивных остатков, K
Зерновые	0,3	2,2	0,6
Кормовые	0,2	30	0,2
Кукуруза	0,2	1,2	0,3
Картофель	0,2	40	0,7
Травы	0,1	7	2
Естественные угодья	-	4	3

Доля площади (α_i), занимаемая i-ой культурой в составе севооборота (в д. ед.) (берется из бланка задания или по таблице 4.7); Y – урожайность, т/га (для зерновых, картофеля, овощных культур и трав принимается по данным таблицы баланса ресурсов 3.3 или задается в бланке задания, с учетом поправки на

агроклиматическое районирование, для остальных культур урожайность принимается по таблице 4.7).

4.2.1 Оценка содержания гумуса в почве

Изменение запасов гумуса определяется для расчетного слоя 0...25 см почвы на площадях занятых сельскохозяйственными культурами.

Исходный запас гумуса (т/га) в расчетном слое почвы определяется в зависимости от его процентного содержания (%) по формуле (табл. 4.7):

$$\Gamma_n = V \times g_r \times \Gamma_n \% / 100\%, \text{ т/га} \quad (4.5)$$

где V- объем почвы в слое 0...25см на площади в 1 га;

$$V = 100 \times 100 \times 0.25 = 2500 \text{ м}^3$$

g_r - объемный вес гумуса ($g_r = 0.8 \text{ т/м}^3$); $\Gamma_n \%$ - процентное содержание гумуса в почве на начало расчетного периода, %.

Пользуясь таблицей 4.8 выполняется классификация гумусного состояния почвы на начало расчетного года.

Табл. 4.8

Классификация уровня плодородия почв по содержанию гумуса в слое 0...25 см почвы.

Уровень	Содержание гумуса в слое 0..25 см. $\Gamma_n \%$	Запас гумуса т/га
Очень высокий	>10	>200
Высокий	6...10	150...200
Средний	4...6	100...150
Низкий	2...4	50...100
Очень низкий	<2	<50

4.2.2 Расчет коэффициента минерализации гумуса

Коэффициент минерализации (β) гумуса, для условий учебного задания, находится из уравнения баланса гумуса составленного для естественных угодий. Баланс у гумуса для естественных угодий запишем в следующем виде:

$$\Delta\Gamma_{\text{ест}} = A^{\text{ест}} \times \alpha - \Gamma_{\text{исх}} \times \beta \quad (4.6)$$

$$\beta = (A^{\text{ест}} \times \alpha - \Gamma_{\text{исх}} - \Delta\Gamma_{\text{ест}}) / \Gamma_{\text{исх}}$$

где α -коэффициент гумификации растительных остатков измеряется в пределах 0,05...0,25.

4.2.3 Расчет баланса гумуса под культурами

Расчет баланса гумуса под культурами проводится в табличной форме (табл.4.9).

Табл. 4.9

Расчет баланса гумуса под культурами и на севообороте в целом.

С/х культура	Y_i , т/га	K_i	$A_i = K_i \times Y_i$, т/га	$\alpha \times A_i$, т/га	Ξ_i	$\Xi_i \times \Gamma_{\text{э}}$, т/га	$\beta \times \Gamma_{\text{н}}$, т/га	Γ_i , т/га
зерновые	2,2	0,6	1,32		0,4	4	Заполняется по п. 3.2.2	Рассчитывается по формуле 3.5.
Овощные	30	0,4	12		0,8	8		
Кукуруза	1,2	0,3	0,36		0,5	5		
Картофель	40	0,7	28		0,6	6		
Мн. травы	7	1	7		0,2	2		
Естест. угодья	4	2	8		0	0		

Y_i – урожайность i -той культуры, т/га;

K_i – коэффициент корневых и пожнивных остатков для i -й культуры, д.ед.;

A_i – количество корневых и пожнивных остатков для i -й культуры, т/га;

Ξ_i – относительные потери гумуса в результате водной эрозии для i -й культуры, в долях от потерь гумуса на чистом паре ($\Gamma_{\text{э}} = 10$ т/га), д.ед.;

β - коэффициент минерализации, д.ед. (принимается по результатам расчета п.4.2.2).

Баланс гумуса на севообороте рассчитывается по формуле:

$$\Delta\Gamma_{\text{с/о}} = \sum \alpha_i \times \Delta\Gamma_i \quad (4.7)$$

Вывод. Отрицательный баланс гумуса служит обоснованием для планирования и проведения почвоохранных мероприятий.

4.2.4. Природоохранные мероприятия

Природоохранные мероприятия включают: противоэрозионные мероприятия; меры по увеличению органического вещества в почве создание условий для их гумификации.

Противоэрозионные мероприятия

Противоэрозионные мероприятия включают:

- безотвальная обработка почвы (эффективность данного мероприятия $\mathcal{E}_{\text{бо}}=0,4$);
- вспашка поперек склона ($\mathcal{E}_{\text{вп}}=0,6$);
- снегозадержание ($\mathcal{E}_{\text{сн}}=0,15$);
- планировка поверхности склона ($\mathcal{E}_{\text{пл}}=0,2$);
- проведение лесо- и фитомелиоративных мероприятий ($\mathcal{E}_{\text{лф}}=0,2$).

В результате проведения выше указанных мероприятий, потери гумуса сократятся до 13%:

$$(1-\mathcal{E}_{\text{бо}})(1-\mathcal{E}_{\text{вп}})(1-\mathcal{E}_{\text{сн}})(1-\mathcal{E}_{\text{пл}})(1-\mathcal{E}_{\text{лф}})=0,13$$

Баланс гумуса на севообороте изменится следующим образом:

$$\Delta G_{\text{с/о}}^I = \sum \alpha_i \times (\Delta G_i + 0,13 \times \mathcal{E}_i \times G_{\text{э}_i}) \quad (4.8)$$

Внесение органических удобрений

Внесение органических удобрений дозой N , т/га позволяет повысить почвенное плодородие за счет повышения количества органического вещества в почве и минеральных питательных веществ. Таким образом, повышается потенциальное и фактическое плодородие почв. Гумификация органических удобрений позволяет увеличить количество гумуса в почве на величину: $N \times \gamma$. Коэффициенты гумификации (γ) органических удобрений приведены в таблице 4.10.

Табл. 4.10

Значения коэффициентов гумификации
органических удобрений

Удобрения	γ
Навоз	0,1
Торф	0,15
Компост	0,15

Расчет дозы внесения органических удобрений делается по формуле:

$$H = \Delta \Gamma_{с/о}^I / \gamma$$

Из условия технологии внесения органических удобрений доза удобрений округляется кратно 5 т/га:

при $H < 5$ т/га принимается доза $H = 5$ т/га

при $5 < H < 20$ т/га величина H округляем с точностью до 5 т/га в большую сторону

при $H > 20$ т/га принимаем $H = 20$ т/га

Внесение органических удобрений рекомендуется на поля, где баланс гумуса отрицательный. Например, под: зерновые, картофель, овощные, кукурузу. Пересчитывается баланс гумуса, который с учетом второго мероприятия принимает вид:

$$\Gamma_{с/о}^{II} = \alpha_z \times (\Gamma_z^I + \gamma \times H) + \alpha_{ов} \times (\Gamma_{ов}^I + \gamma \times H) + \alpha_{карт} \times (\Gamma_{карт}^I + \gamma \times H) + \alpha_{кук} \times (\Gamma_{кук}^I + \gamma \times H) + \alpha_{тр} \times \Gamma_{тр}^{II} \quad (4.9)$$

Увеличение доли многолетних трав в составе севооборота

Многолетние травы имеют большую корневую систему, а их масса превышает массу надземной части. Поэтому при выращивании многолетних трав почвы получают большое количество органического материала в виде корневых и пожнивных остатков. Это способствует формированию положительного баланса гумуса. Однако при ограниченной площади севооборота, увеличение доли трав приводит к необходимости снижения площади других культур.

Предусматриваем увеличение площади под травами на 10% и одновременное уменьшение площади под культурами с отрицательным балансом гу-

муса. Например, баланс гумуса на севообороте с учетом 3-го почвоохранного мероприятия, будет иметь вид:

$$\Delta G_{c/o}^{\text{III}} = \alpha_3 \times \Gamma_3^{\text{II}} + \alpha_{\text{ов}} \times \Gamma_{\text{ов}}^{\text{II}} + (\alpha_{\text{карт}} - 0,1) \times \Gamma_{\text{карт}}^{\text{II}} + \alpha_{\text{кук}} \times \Gamma_{\text{кук}}^{\text{II}} + (\alpha_{\text{тр}} + 0,1) \times \Gamma_{\text{тр}}^{\text{II}} \quad (4.10)$$

Изменение содержания гумуса в почве с учетом почвоохранных мероприятий оформляется в виде диаграммы рис.4.3.

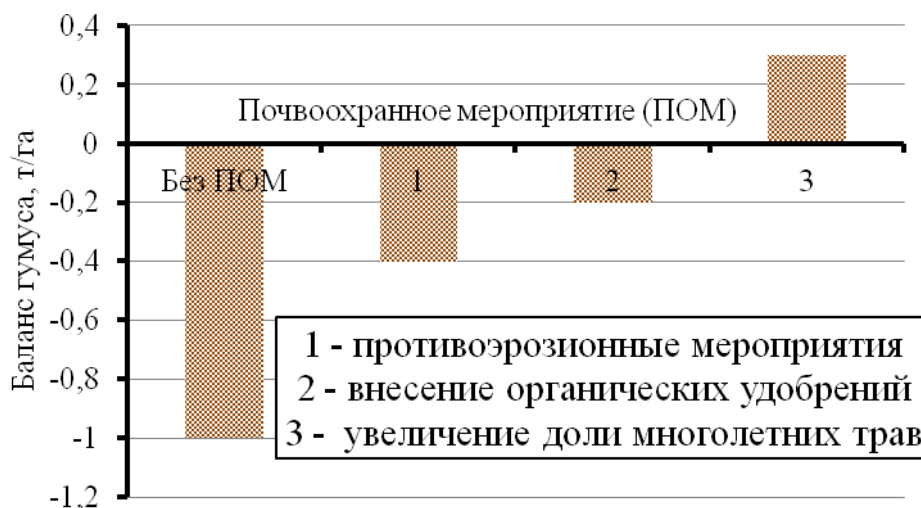


Рис. 4.3. Пример изменение баланса гумуса на севообороте с учетом проведения почвоохраняющих мероприятий.

Вывод (по рис.4.3).

- На севооборотном массиве, баланс гумуса отрицательный и равен $\Gamma_{c/o} = -1 \text{ т/га}$.
- Потери гумуса за счет водной эрозии является основной расходной стьей баланса.
- Проведение противоэрозионных мероприятий позволяет добиться улучшения баланса гумуса до $\Gamma_{c/o}^{\text{I}} = -0,4 \text{ т/га}$.
- Внесение органических удобрений дозой N , т/га улучшает баланс до величины $\Gamma_{c/o}^{\text{II}} = -0,2 \text{ т/га}$.
- Изменение структуры севооборота путем увеличения площади занятой травами и уменьшения площади под *картофелем* (название культуры) баланс гумуса увеличивается и становится положительным $\Gamma_{c/o}^{\text{III}} = +0,3 \text{ т/га}$.

4.3. Прогноз вымыва пестицидов для сельскохозяйственных угодий

Пестициды - химические вещества, употребляемые для уничтожения вредных видов организмов (от лат. *pestis* -зараза, *saedo* - убиваю). Пестициды, в основном, органические соединения с малым молекулярным весом, различной растворимостью в воде, и способные разрушаться с течением времени в естественных условиях.

Пестициды предназначены для борьбы с вредной флорой и фауной, за счет которых в мире теряется до 30% урожая, в том числе за счет вредных животных и насекомых - 14%. болезней - 12%, сорной растительности - 9%. Этим объясняется высокая эффективность их применения. Так 1 рубль затрат на применение пестицидов приносит в среднем до 5..10 рублей дохода. В природных условиях пестициды не встречаются, поэтому они ядовиты для всего живого. Это подтверждается законом «Физико-химического единства живого вещества» - все живое на Земле взаимосвязано. Отсюда, все физико-химические агенты, вредные для одних организмов, не могут быть без вредными для других, и разница заключается только в устойчивости видов к действующему агенту.

По целевому назначению различаются следующие виды пестицидов:

- инсектициды - предназначенные для борьбы с вредной фауной;
- фунгициды - используемые против болезней;
- гербициды и арборициды - предназначенные, соответственно, для борьбы с сорной травянистой и кустарниковой растительностью.

Наиболее обширную группу веществ среди пестицидов, как по объемам применения (40-50%), так и по ассортименту выпускаемых препаратов (около 40%), составляют гербициды.

По химическому составу пестициды разделяются на три группы:

- хлорорганические - в состав молекулы которых входит хлор;

- фосфорорганические - одним из основных элементов, которых являются атомы фосфора;
- прочие - к которой откосятся пестициды, занимающие промежуточное положение между хлор- и фосфорорганическими.

Важными характеристиками пестицидов для целей охраны природы, являются:

- растворимость в воде;
- способность к разрушению в природной среде, т.е. деструкции [Лагунов, 1985].

Для характеристики деструкции используются показатели - коэффициент деструкции и время деструкции. Время деструкции ($t_{дес}$) - время, за которое происходит разложение внесенного в среду пестицида на 99%. Данные характеристики пестицидов зависят от климатических и погодных условий, почвенных характеристик и особенностей самих пестицидов. Так хлорорганические пестициды, не растворимы или трудно растворимы в воде, со временем деструкции 600...2500 суток. Фосфорорганические - растворимы в воде и время деструкции в среднем составляет 2...30 суток. Прочие пестициды, в основном, растворимы в воде, время их деструкции изменяется в пределах 4...500 суток. Деструкция протекает во всей толще слоя зоны аэрации, а также в подземных и поверхностных водах.

Пестициды применяются в различных формах: пыль, порошок, растворы, суспензии, аэрозоли, газы, пены, гранулы. Способы внесения пестицидов:

- опрыскивание (наземное и авиационное дозой от 400 до 2000 л/га);
- опыление (10...50 кг/га);
- опудривание (на семена 2...20 кг/т семян);
- газация (на складах);
- протравливание;

- внесение гранул в почву.

Большинство из выше перечисленных способов таковы, что значительная часть пестицидов загрязняет ландшафт, способствует накоплению их остатков в среде, оказывает побочные действия на компоненты природных систем:

- животный мир,
- культурные и дикорастущие полезные растения,
- атмосферу,
- почву,
- подземные и поверхностные воды.

Вредное действие пестицидов сводится к уничтожению полезных и хозяйственно нейтральных видов живых организмов, тем самым происходит обеднение видового состава экосистем. При этом пестициды:

- служат причиной появления устойчивых к ним популяций вредителей, от которых все труднее избавиться;
- аккумулируются (накапливаются) в цепях питания (трофические цепи) и сохраняются в экосистемах, в течение нескольких десятков лет;
- вызывают патологические и генетические изменения;
- образуют метаболиты (новые соединения, часто, более токсичные), значение и влияние которых на окружающую среду мало изучено;
- распространяются за пределы обрабатываемой территории (миграция).

При внесении пестицидов на сельскохозяйственные угодья, они попадают в почву, откуда мигрируют в растения (транслокация), поверхностные и подземные воды. Транслокация пестицидов, в основном, осуществляется через корневую систему. Поэтому наибольшее накопление остатков токсикантов наблюдается в подземных органах растений. При этом транслокация тем больше, чем больше растворимость пестицида в воде, выше температура и влажность почвы. Ее снижение наблюдается с увеличением глинистости и содержания органического вещества в почвах. Это связано с увеличением сорбции пестицидов на поверхности твердых частиц почвы. Способность растений к транс-

покаций пестицидов из почвы пропорциональна степени их водопотребления. В растениях пестициды претерпевают химические превращения, под воздействием ферментативных систем растений, и накапливаются в их органах.

Часть пестицидов с водными или воздушным потоками (особенно при авиаобработках) могут мигрировать в водные объекты. Большую угрозу для водоемов представляет вымыв пестицидов с обрабатываемых полей поверхностным и подземным стоком, в растворенном и нерастворенном виде.

После поступления в водоемы, пестициды ухудшают качество воды, например, появляется привкус и запах, изменяется цветность и окраска. Снижается самоочищающая способность воды, из-за снижения потенциала размножения водных организмов и гибели многих из них, в результате отравления ядохимикатами.

В водоемах происходят накопление продуктов распада погибших организмов и уменьшение продукции кислорода вследствие угнетения фотосинтетических процессов. Разложение мертвой органики, содержащей токсины, приводит к вторичному загрязнению водоемов пестицидами. Это сопровождается потреблением большого количества кислорода, что приводит к его дефициту.

Подземные воды, в отличие от поверхностных, слабо очищаются под влиянием биологических процессов, что приводит к замедлению деструкции пестицидов и накоплению их в водоносных горизонтах.

Миграция пестицидов в водные объекты, после их внесения, происходит следующими способами:

- выдувание пестицидов с поверхности почвы и растений ветром (в работе не рассматривается);
- перенос в растворенном виде с инфильтрационными потоками с поверхности почвы до грунтовых вод;
- перенос в растворенном виде с поверхностным стоком;

- перемещение в сорбированном почвенными частицами виде с поверхностным стоком, при водной эрозии.

4.3.1. Расчет концентрации пестицидов в дренажном стоке

Концентрация пестициды в воде (С) это отношение его массы (М) к объему воды (W):

$$C = \frac{M}{W}, \text{ мг/л.} \quad (4.11)$$

В грунтовые воды могут проникать растворенные в почвенном растворе пестициды, вымываемые из зоны аэрации инфильтрационными потоками. Определить количество пестицидов перешедших в поровый раствор можно следующим образом.

После внесения растворимых пестицидов в почву дозой N их масса распределяется между почвенным раствором и количеством пестицидов сорбированных почвенными частицами:

$$N = W \cdot C + S, \text{ кг/га} \quad (4.12)$$

$$S = \frac{W \cdot C}{\alpha},$$

где S - количество сорбированного вещества, кг/га;

W - количество воды в зоне аэрации почвы, м³/га;

C - концентрация пестицида в почве, кг/м³;

α - коэффициент сорбции, дол. ед.

Значение коэффициента сорбции (α) зависит от механического состава почвогрунтов (рис.4.4), содержания органического вещества и других факторов.

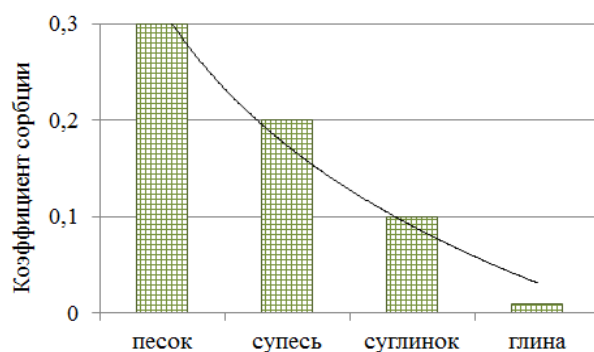


Рис.4.4 Зависимость коэффициента сорбции пестицидов от

механического состава почв.

Из уравнения (4.12) можно получить объем пестицидов находящихся в поровом растворе:

$$M = \frac{\alpha \cdot N}{1 + \alpha}. \quad (4.13)$$

В почве пестициды подвергаются процессам деструкции и сорбции. Процесс деструкции хорошо аппроксимируется дифференциальной зависимостью вида:

$$\frac{dM}{dt} = -k \cdot M, \quad (4.14)$$

где k - коэффициент деструкции, 1/сут.; t - время, сут.

При начальном условии $M_{t=0} = M_0$ решение уравнения (4.14) имеет вид:

$$M = M_0 \cdot \exp(-k \cdot t), \text{ кг/га.} \quad (4.15)$$

Учитывая (4.13) получим следующее выражение:

$$M = (N \cdot \exp(-k \cdot t)) \cdot \frac{\alpha}{1 + \alpha}, \text{ кг/га.} \quad (4.16)$$

В этом выражении t определяет время проникновения пестицида от поверхности почвы до грунтовых вод (t_{np}), залегающих на глубине h (нормы осушения 1м). Кроме того, учитывается необходимость заблаговременного внесения пестицида до выпадения осадков (t_3), чтобы осадки не снизили эффективность их действия. Время t_3 принимается равным 5 суток, что связано с 95% достоверностью прогноза выпадения осадков на 5 суток вперед. Тогда:

$$t = t_{np} + t_3, \text{ сут.}$$

Время движения пестицида по слою зоны аэрации до грунтовых вод зависит от интенсивности водообмена (g) почвенных и грунтовых вод, инфильтрационную составляющую которого можно определить по формуле Никольского Ю.Н.

$$g = k_{\phi} \cdot \theta^n, \text{ м/сут;} \quad \theta = \frac{w - w_{3B}}{ПВ - w_{3B}}; \quad (4.17)$$

где K_{ϕ} - коэффициент фильтрации почвогрунтов, м/сут;

w - влажность почвы, (учебной работе принимается равной $(0.6...0.7) \cdot ПВ$), % объема почвы;

$w_{зв}$, ПВ, НВ - соответственно, влажность завядания, полная и наименьшая влагоемкости, (значение $w_{зв}$ в работе принимается равной $0,4 \cdot НВ$), % объема почвы;

n - параметр, учитывающий механический состав почв, дол. ед. Для условий учебной работы принимается равным: 3.5 - для минеральных почв и 5 - для торфяников.

Величина водообмена почвенных и грунтовых вод представляет собой скорость перетока воды и растворенных в ней веществ между слоем зоны аэрации и подземными водами. В случае инфильтрации, время проникновения пестицидов в грунтовые воды можно определить по выражению:

$$t_{np} = \frac{h}{g}, \text{ сут.} \quad (4.18)$$

Объем воды, в котором происходит растворение и разбавление пестицидов в почве и грунтовых водах W (4.11), включает объем почвенных влагозапасов $W_{вл.}$ и объем грунтового стока $W_{гр.}$, которые определяются по формулам:

$$\begin{aligned} W_{вл.} &= 100 \cdot h \cdot w, \text{ м}^3/\text{га}, \\ W_{гр.} &= 86,4 \cdot g_{гр.} \cdot t_{гр.}, \text{ м}^3/\text{га}, \end{aligned} \quad (4.19)$$

где $g_{гр.}$ - модуль грунтового стока, л/с га;

$t_{гр.}$ - время движения пестицида в грунтовых водах, сут.

Время $t_{гр.}$ должно учитывать время поступления пестицида со всем объемом инфильтрационной влаги в грунтовые воды, то есть от начала инфильтрации до ее конца (в учебной работе задается преподавателем).

Окончательная формула для расчета концентрации пестицидов в грунтовых водах:

$$C_{гр.} = \frac{1000 \cdot \left(N \cdot \exp \left(-k \cdot \left(\frac{h}{g} + t_3 \right) \right) \right)}{\left[100 \cdot h \cdot w + 86,4 \cdot g_{гр.} \cdot t_{гр.} \right]} \cdot \frac{\alpha}{(1+\alpha)}, \text{ мг/л}, \quad (4.20)$$

где 1000 – коэффициент, переводящий размерность из кг/м³ в мг/л.

4.3.2 Расчет концентрации пестицидов в поверхностном стоке

Пестициды из почвы могут вымываться поверхностными водами в растворенном и сорбированном почвенными частицами виде.

Вымыв пестицидов из почвы с поверхностным стоком в растворенном виде

После внесения пестицидов на поля, они скапливаются в двух сантиметровом слое почвы ($h_{0...2}=2\text{см}$), откуда при выпадении осадков или проведения поливов проникают в нижележащие горизонты и наибольшая масса сосредотачивается в пахотном слое ($h_{\text{пах.}}$) мощностью 0.18...0.22 м. Из этого слоя, растворенные в поровом растворе пестициды, за счет диффузии, могут поступать в поверхностный сток. Причем масса, поступающих в поверхностный сток пестицидов определяется по полу эмпирической зависимости:

$$M = 2 \cdot C_{\text{пах.}} \cdot \sqrt{\frac{D \cdot t_{\text{д}}}{\pi}}, \text{ кг/Га}, \quad (4.21)$$

где $C_{\text{пах.}}$ - концентрация пестицида в пахотном слое почвы, мг/л;

D - коэффициент молекулярной диффузии, м²/сут (в работе можно принимать равным 10⁻⁹).

Концентрация $C_{\text{пах.}}$ определяется по формуле (4.20) только с учетом t_3 и того, что объем воды W (4.11) складывается из влагозапасов в пахотном слое $W_{\text{пах.}}$ и объема воды впитавшейся в почву после прохождения дождя $W_{\text{вп}}$, которые определяются по следующим формулам:

$$\begin{aligned} W_{\text{пах.}} &= 100 \cdot h_{\text{пах.}} \cdot w, \text{ м}^3/\text{Га}; \\ W_{\text{вп.}} &= 10 \cdot (1 - \sigma) \cdot H_{\text{л}}, \text{ м}^3/\text{Га}, \end{aligned} \quad (4.22)$$

где σ - коэффициент поверхностного стока.

Следовательно, концентрация пестицида в слое промачивания почвы определится по выражению:

$$C_{\text{пах.}} = \frac{1000 \cdot (N \cdot \exp(-k \cdot t_3)) \cdot \frac{\alpha}{(1 + \alpha)}}{[100 \cdot h_{\text{пах.}} \cdot w + 10 \cdot (1 - \sigma) \cdot H_{\text{л}}]}, \text{ мг/л}. \quad (4.23)$$

Таким образом, масса пестицидов в поверхностном стоке может быть определена по формуле (4.21) с учетом (4.23). Чтобы определить концентрацию пестицидов в поверхностном стоке необходимо массу пестицидов разделить на объем поверхностного стока, равного:

$$W_{II} = 10 \cdot \sigma \cdot H_{л}, \text{ м}^3/\text{Га}. \quad (4.24)$$

Окончательная формула для расчета концентрации пестицидов, выносимых в растворенном виде с поверхностным стоком имеет вид:

$$C_{нс}^p = \frac{2 \cdot 10^6 \cdot (N \cdot \exp(-k \cdot t_3)) \cdot \frac{\alpha}{(1+\alpha)} \cdot \sqrt{\frac{D \cdot t_л}{\pi}}}{[100 \cdot h_{max} \cdot w + 10 \cdot (1-\sigma) \cdot H_{л}] \cdot 10 \cdot \sigma \cdot H_{л}}, \text{ мг/л}. \quad (4.25)$$

Вынос пестицидов из почвы с поверхностным стоком в сорбированном почвой виде

Пестициды при попадании в почву частично сорбируются на поверхности почвенных частиц, откуда под действием водно-эрозионных процессов поступают в поверхностный сток и выносятся за пределы сельскохозяйственных угодий. Объем сорбированного вещества составит:

$$S = \frac{N}{1+\alpha}$$

В поверхностный сток могут попасть частицы почвы из пахотного горизонта. При этом объем твердого стока $W_{ТВ}$ будет определять объем сорбированных им пестицидов. Тогда концентрация сорбированного почвой пестицида в поверхностном стоке $C_{пв}^c$ будет определяться выражением:

$$C_{пв}^c = \frac{N \cdot \exp(-k \cdot t_3) \cdot W_{ТВ}}{10 \cdot h_{max} \cdot (1+\alpha) \cdot \sigma \cdot H_{л}}, \text{ мг/л}. \quad (4.26)$$

4.4 Природоохранные мероприятия

Снижение потерь пестицидов при их использовании на сельскохозяйственных землях, и как следствие, снижение опасности загрязнения ими природных вод, основано на проведении ряда водо- и почвоохранных мероприятий [Методические рекомендации, 2007, Методические, 2000г]. Мероприятия решают следующие задачи.

- Повышение эффективности использования пестицидов (заблаговременное внесение до выпадения осадков, соблюдение технологии внесения, хранения и транспортировки).
- Задержание части поверхностного стока на полях (распашка поперек склона, устройство лесополос, водозадерживающих земляных валов, бессточных канав).
- Увеличение впитывающей способности почв, за счет улучшения водно-физических характеристик почвы (внесение органических удобрений, пескование тяжелых и глинование легких почв, рыхление почв).
- Снижение интенсивности снеготаяния (снегозадержание, уплотнение снега).
- Перехват части грунтового и поверхностного стока (создание ограждающей дренажной сети, устройство прудов накопителей дренажного стока, устройство водоохранных зон).
- Очистка перехваченного поверхностного и грунтового стока (устройство биоинженерных сооружений).
- Снижение интенсивности инфильтрации воды в почвогрунтах путем регулирования водного режима (снижение влажности почвы до нижнего оптимального предела перед внесением пестицидов, регулирование положения УГВ).

В таблице 4.11 приведены эффективности природоохранных мероприятий по снижению опасности загрязнения природных вод пестицидами.

Табл.4.11

Эффективность природоохранных мероприятий по снижению опасности загрязнения природных вод пестицидами.

Мероприятия	Эффективность, %	Факторы, влияющие на эффективность мероприятия
Соблюдение технологии внесения пестицидов	40....60	Скорость ветра, температура воздуха
Распашка поперек склона	10...30	Тип почв, топография

Устройство лесополос	20...40	Ширина полосы, схема посадки деревьев, вид растительности в полосе
Устройство водозадерживающих валов	10...30	тип и параметры сооружения, тип почв
Устройство бессточных канав	30...60	Тип почв, параметры бессточных канав
Рыхление почв	5...20	Вид и глубина рыхления, тип почв
Устройство прудов накопителей дренажного стока	30...40	Конструкция, тип и параметры сооружения, водная биота
Устройство биоинженерных сооружений	65...85	Конструкция и параметры биоплато, вид водной растительности, вид пестицидов
Устройство водоохраных зон	40...70	Конструкция и параметры водоохраных зон, вид растительности, вид пестицидов

Основные выводы.

1. Вывод об обеспеченности населения объекта различными видами ресурсов:
 - возможность обеспечения населения объекта энергетическими ресурсами при использовании торфа, ветровой энергии и гидроэнергии);
 - вывод об обеспеченности кормовой базы животноводства;
 - оценка запасов деловой древесины;
 - оценка обеспеченности населения водными ресурсами;
 - обеспеченность населения сельскохозяйственными ресурсами: мясом, молоком и основными продуктами растениеводства;
2. выводы по балансу ресурсов для обоснованного планирования перспективного развития объекта;
3. оценка класса качества речной воды и состояния водной системы;

4. опасность попадания пестицидов в водный объект с поверхностным и подземным (дренажным) стоком и эффективность водоохраных мероприятий;
5. обоснование почво-охраных мероприятий и их эффективности.

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ РАЗДЕЛОВ РАБОТЫ

ВВЕДЕНИЕ

Работа посвящена изучению ресурсов бассейна реки Пахра протекающей в Московской области. Цель работы - оценить природные ресурсы бассейна реки, обеспеченность населения и отраслей экономики ресурсами и дать оценку воздействия хозяйственной деятельности на природные ресурсы.

В работе решаются задачи:

- 1) оценка количества природных ресурсов на объекте;
- 2) оценка обеспеченности населения;
- 3) определяется уровень допустимого использования природных ресурсов;
- 4) оценка воздействия антропогенной деятельности на водные и земельные ресурсы;
- 5) обосновываются мероприятия по охране природных ресурсов объекта и делается оценка их эффективности.

В работе рассматриваются следующие виды ресурсов: земельные, минеральные, биологические, водные, агроклиматические, материальные.

I. ЗАКОНОДАТЕЛЬНАЯ БАЗА И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1. "Конституция Российской Федерации" (принята всенародным голосованием 12.12.1993) (с учетом поправок, внесенных Законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 N 6-ФКЗ, от 30.12.2008 N 7-ФКЗ, от 05.02.2014 N 2-ФКЗ, от 21.07.2014 N 11-ФКЗ)
2. "Земельный кодекс Российской Федерации" принят ГД ФС РФ от 25.10.2001 N136-ФЗ
3. "Водный кодекс Российской Федерации" принят ГД ФС РФ от 03.06.2006 N74-ФЗ
4. «Лесной кодекс Российской Федерации» принят ГД РФ от 8.11.2006 (с изменениями на 21 июля 2014 года)

Возобновляемые ресурсы - природные ресурсы, которые в процессе биологического круговорота веществ могут восстанавливать свои запасы, за время соизмеримое с темпами хозяйственной деятельности.

Доступные запасы ресурсов - объем ресурса, выявленный современными методами разведки, технически доступные и экономически рентабельные.

Исчерпаемые ресурсы - природные ресурсы, запасы которых снижаются под деятельностью человека.

Материальные ресурсы - накопленные в ходе экономической деятельности вещественные богатства, находящиеся на службе у общества.

Невозобновляемые ресурсы - не способные к самовосстановлению природные ресурсы за время соизмеримое с темпами хозяйственной деятельности человека.

Неисчерпаемые ресурсы - природные ресурсы, недостаток которых не ощущается сейчас и в обозримом будущем.

Потенциальные запасы ресурсов - определенные на основе расчетов или рекогносцировочных изысканий, которые могут быть использованы в будущем.

Природные ресурсы - природные объекты и явления, используемые человеком для прямого и косвенного потребления, для создания материальных богатств, воспроизводству трудовых ресурсов, поддержанию условий существования человечества и повышающих качество жизни.

Природопользование - это использования природных ресурсов, в процессе общественного производства, для удовлетворения материальных и культурных потребностей общества.

Рациональное природопользование - система деятельности, призванная обеспечить экономию природных ресурсов и условий наиболее эффективного их воспроизводства, с учетом перспективных интересов развивающегося хозяйства и сохранения здоровья людей.

Ресурсы - любые источники и предпосылки получения необходимых людям материальных и духовных благ, которые можно реализовать при существующих технологиях и социально-экономических отношениях.

Уровень изъятия ресурса - скорость забора ресурса из природной среды.

II. КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА РЕСУРСОВ

II.1. Природные ресурсы

II.1.1. Земельные ресурсы

Земельные ресурсы оцениваются на основе составления баланса земельных ресурсов и диаграммы структуры землепользования (Приложение 10):

$$F_{\text{бас}} = F_{\text{бол}} + F_{\text{лес}} + F_{\text{луг}} + F_{\text{с/х}} + F_{\text{озер}} + F_{\text{заст}}$$

Табл. II.1

Баланс земельных ресурсов бассейна реки Пахра.

Размерность	$F_{\text{бас}}$	$F_{\text{бол}}$	$F_{\text{лес}}$	$F_{\text{луг}}$	$F_{\text{с/х}}$	$F_{\text{оз}}$	$F_{\text{заст}}$
%	100	2	21	3	62	1	11
км ²	2580	51,6	645	77,4	1496,4	25,8	283,8

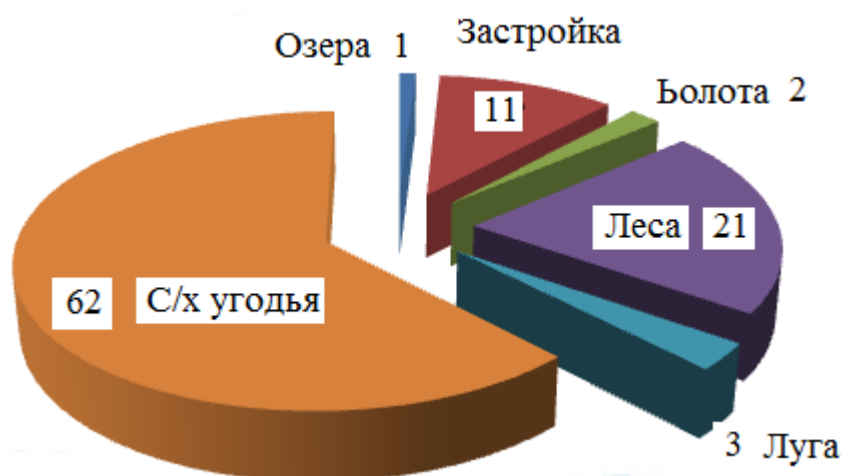


Рис. II.1 Структура земельных угодий в бассейне реки Пахра.

Имея результаты земельного баланса можно оценить экологическое состояние водосборной площади на основе сравнения площади, занятой лесами и лугами, с экологически допустимой площадью для условий конкретного объекта. Для Московской области величина экологически допустимой площади составляет $F_{\text{ЭК}} = 30\%$ или 774 км^2 (табл. 2.1). Площадь естественных угодий

$(F_{\text{лес}}+F_{\text{луг}})=(645+77,4)=722,4 \text{ км}^2$. Так как $F_{\text{эк}}>(F_{\text{лес}}+F_{\text{луг}})$, то антропогенное влияние привело к недопустимому переформированию земельных ресурсов.

II.1.2. Минеральные ресурсы

Минеральным ресурсом на объекте является торф. Запасы торфа определяются по формуле:

$$P_{\text{т}} = F_{\text{о}} \cdot h_{\text{м}}^{\text{ср}} \cdot g_{\text{т}} \cdot 10^6 = 5 \times 51,6 \times 0,2 \times 10^6 = 51,6 \cdot 10^6 \text{ т},$$

где $h_{\text{м}}^{\text{ср}}$ – слой торфа $h_{\text{м}}^{\text{ср}}=5\text{м}$ (Приложение 10); $g_{\text{т}}=0,2 \text{ т/м}^3$ – объемный вес торфа.

Оценка энергии запасенной в торфе.

$$\mathcal{E}_{\text{т}}=3_{\text{т}} \times q_{\text{т}} \times 10^3 = 51,6 \times 10^6 \times 1,4 \times 10^7 \times 10^3 = 7,22 \cdot 10^{17} \text{ Дж},$$

где $q_{\text{т}}$ – теплота сгорания торфа $q_{\text{т}}=1,4 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$.

II.1.3. Биологические ресурсы

Биологическим ресурсом, включенным в рассмотрение, является деловая древесина. Оценка запасов деловой древесины основана на оценке продуктивности лесных угодий. Продуктивность лесов зависит от широты местности. Бассейн реки Пахра расположен на широте 55°с.ш. На данной широте биомасса деловой древесины составляет $B=3,4 \text{ т/га}$ (рис. II.2). Общие запасы деловой древесины составляют:

$$P_{\text{др}}=B \cdot F_{\text{лес}}=3,4 \times 645 \times 100=219300 \text{ т}$$

где 100 – коэффициент для перевода размерности площади леса их км^2 в гектары.

Запасы древесины выражаются в натуральных (тоннах) и энергетических единицах (джоулях). Последнее позволяет определить возможность использование дров для отопления сельских домов. Кроме того, выражение ресурса в энергетических единицах дает возможность сопоставления его запасов с другими ресурсами ($\mathcal{E}_{\text{др}}$).

$$\mathcal{E}_{др} = P_{др} \cdot q, \text{ Дж}$$

где $\mathcal{E}_{др}$ – тепловая энергия, заключенная в древесине; q – удельная теплота сгорания древесины; $q=10^7$ Дж/кг.

$$\mathcal{E}_{др}=219300 \times 10^7 \times 10^3 = 2193 \cdot 10^{12} \text{ Дж}$$

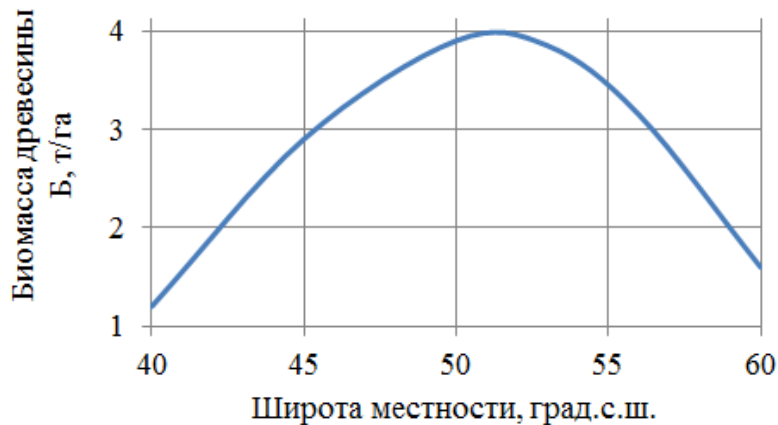


Рис. II.2 Зависимость биомассы деловой древесины от широте местности.

II.1.4. Водные ресурсы

Основным водным объектом служит река Пахра, которая используется для водопотребления и размещения загрязненных сточных вод. Река относится к категории средних рек, т.к. $F_{бас} = 2,58 \text{ т км}^2$, $L_p = 135 \text{ км}$ (табл. II.2). Следовательно она может использоваться для целей орошения, водоснабжения промышленных предприятий и др. целей.

Табл. II.2

Классификация рек по длине и площади бассейна.

Группы рек	Площадь водосбора, тыс. км ²	Длина, км
Ручьи	<0,1	<10
Малые реки	0,1...2	10...100
Средние реки	2...10	100...500
Большие реки	>10	>500

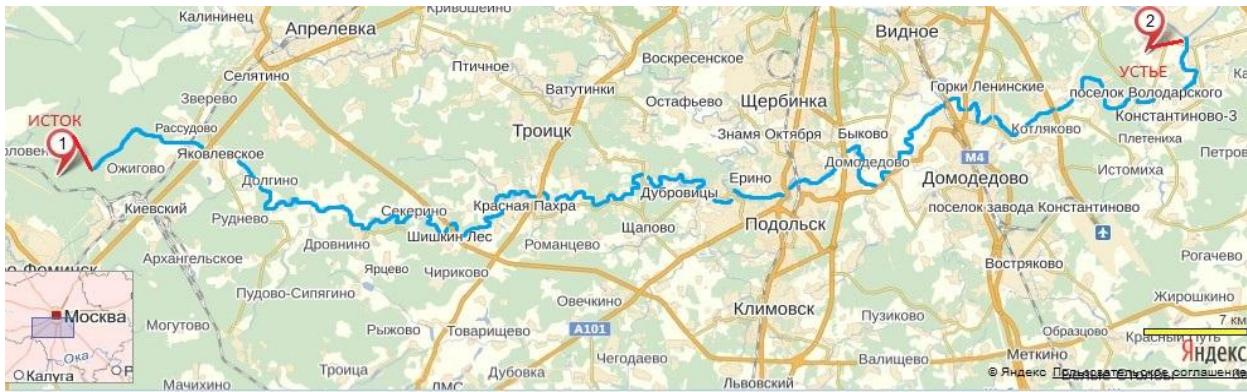


Рис.П.3 Карта бассейна р. Пахра.

Основные гидрологические характеристики представлены в таблице П.3.

Табл. П.3

Гидрологические характеристики бассейна стока реки Пахра.

L, км	F, км ²	I, ‰	q, л/с·км ²	Q, м ³ /с	C _v	C _s	Площадь угодий, %				
							F _{оз}	F _{лес}	F _{луг}	F _{бол}	F _{с/х}
135	2580	0,32	4	10	0.45	0.9	1	21	3	2	63

I – уклон реки в ‰, $I = A/F_{водсб} = 0.0085/2580 = 0,32 ‰$

Q – среднееголетний расход воды реке (объём воды, протекающей через поперечное сечение водотока за единицу времени), м³/с

C_v - коэффициент вариации (характеризует величину отклонения расходов воды в конкретные годы от среднееголетнего значения)

C_s - коэффициент асимметрии стока принимается равным 2*C_v* (характеризует большую вероятность появления многоводных лет по сравнению с маловодными).

Средний многолетний расход воды определяется по формуле:

$$Q_p = q \times F_{бас} / 10^3 = 4 \times 2580 / 10^3 = 9,98 \text{ м}^3/\text{с}$$

Средний многолетний объём стока воды в реке составляет:

$$W_p = Q_p \times \tau = 9,98 \times 31,54 = 315 \text{ млн. м}^3,$$

где $\tau = 31.54$ млн. секунд в году.

Кривая обеспеченности (*P*, %) годового стока воды в реке (рис. П.4) строится с помощью данные таблицы Приложения 1, используя выражение:

$$W^{p\%} = K^{p\%} \times W_p, \text{ млн. м}^3$$

где *K^{p%}* - модульный коэффициент стока для обеспеченности года *p%*. (Обеспеченность стока это количество лет из ста, в течение которых объём стока будет больше заданного).

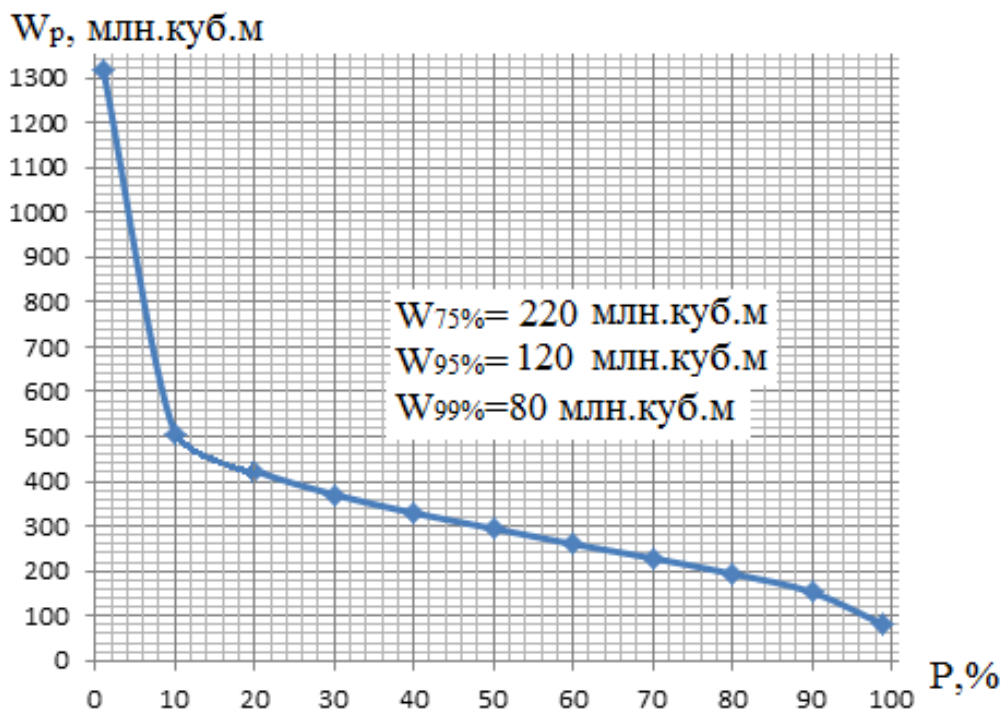


Рис.П.4 Кривая обеспеченности стока реки Пахра.

Объем стока обеспеченностью $P=75\%$ является основным при решении вопросов водообеспечения. Обеспеченность 95% является основной при рассмотрении вопросов оценки качества речной воды.

Определение объемов экологического стока реки

Экологический сток определяется методом «Повышения обеспеченности» (метод Фащевского Б.В.).

$$W_{\text{эк}}^{75\%} = W_P^{95\%} = 120 \text{ млн. м}^3$$

$$W_{\text{эк}}^{95\%} = W_P^{99\%} = 80 \text{ млн. м}^3$$

П.1.5. Энергетические ресурсы

Поток речной воды обладает энергией (гидроэнергопотенциалом), которую можно использовать для выработки электроэнергии.

Оценка гидроэнергетического потенциала реки

Энергопотенциал реки рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_p = \rho \times g \times Q_p \times H_p \times T = 1 \times 9,81 \times 9,98 \times 43,2 \times 8760 = 37,13 \text{ т. мВт}\cdot\text{ч},$$

где $\rho=1 \text{ г/см}^3$ – плотность воды; $g=9.81 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения;

$H_p = L_p \times I = 135 \times 0,32 = 43,2$ м – перепад уровня воды по длине реки; $T = 8760$ часов - количество часов в году.

Ресурсы подземных вод

Подземные воды на объекте представлены ресурсами первого водоносного горизонта (грунтовыми водами) гидравлически связанными с рекой. Степень связности определяется коэффициентов гидравлической связи. Данный коэффициент принимается равным $\alpha_{г.с.} = 0,8$, что обосновано близким расположением скважин от реки и высокими коэффициентами фильтрации водоносного горизонта.

Ресурсы подземных вод оцениваются с помощью модуля стока подземных вод:

$$W_{п} = F_{вдс} \cdot q_{п} \cdot \tau \cdot 10^{-3} = \text{млн. м}^3$$
$$W_{п} = 1032 \times 0,35 \times 31,54 \times 10^{-3} = 11,4 \text{ млн. м}^3$$

где $F_{вдс}$ - площадь водосбора подземного водоносного горизонта (принимается равной 40% от площади бассейна реки) $F_{вдс} = 40\% \times 2580 / 100\% = 1032 \text{ км}^2$; $q_{п} = 0,35 \text{ л/с} \times \text{км}^2$ - модуль подземных вод (принимается по Приложению 10); $\tau = 31,54 \text{ млн. секунд в году}$; 10^{-3} - переводной коэффициент из размерности л в м^3 .

Объем подземных вод гидравлически не связанных с рекой ($W_{п}^{гн}$), составит:

$$W_{п}^{гн} = (1 - \alpha_{г.с.}) \times W_{п} = (1 - 0,8) \times 11,4 = 2,28 \text{ млн. м}^3$$

II.1.6. Агроклиматические ресурсы

Тип климата на объекте – умеренно-континентальный. Среднегодовое, количество осадков в год равно 600 мм Суммарное испарение с поверхности суши 450 мм. Среднегодовая температура воздуха $2,2\text{C}^{\circ}$. Внутри годовое распределении осадков, испарения и температур представлено в таблице II.4 (по данным Приложения 3).

Табл. II.4

Внутри годовое распределении осадков, испарения и температур.

Параметр	Размерность	Период времени												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	год
Ес	%	0,5	1	3	9	18	20	18	13	9	5	3	0,5	100
	мм	2	5	14	41	81	90	81	59	41	23	14	2	450
Ос	%	7	5	7	5	8	10	12	11	10	8	9	8	100
	мм	42	30	42	30	48	60	72	66	60	48	54	48	600
t	°С	-13,7	-13	-7	1,9	11,2	16,1	18,2	16	10	2,8	-5	-11	2,2

Агроклиматическое районирование

Климатические условия характеризуются продолжительностью теплого (7 месяцев) и холодного (5 месяцев) периодов. Сумма активных температур выше 0°С и значение гидротермического коэффициента позволяют провести агроклиматическое районирование территории.

$$\text{ГТК} = O_c / E_c = 600 / 450 = 1,33$$

По условию влагообеспеченности, бассейн реки расположен в зоне достаточного увлажнения (табл.1.2).

Сумма активных температур определена по данным таблицы П.4:

$$\Sigma(t_{\text{акт}}, \text{C}^\circ) = 2000 \text{C}^\circ$$

По условию теплообеспеченности район относится к умеренно-теплой зоне (табл.1.3).

Оценка соответствия агроклиматических ресурсов местности требованиям выращиваемых растений

Оценка проводится с помощью «Биоклиматического метода», который заключается в сопоставлении требований растений с факторами внешней среды. В работе оценка проводится по водно-термическим условиям, т.е. рассматриваются факторы: количество воды в почве и температура воздуха.

Требования растений к водному режиму почв

Количество воды в почве выражается в виде: абсолютных значений – почвенные влагозапасы ($\text{м}^3/\text{га}$ или мм); относительные значения – влажность почвы (дол. ед. или %).

Требования растений к водному режиму почв выражаются в виде формулы:

$$S_w = \left(\frac{W^*}{W_{opt}} \right)^{\gamma_w \cdot W_{opt}} \times \left(\frac{1 - W^*}{1 - W_{opt}} \right)^{\gamma_w \cdot (1 - W_{opt})}$$

где $S_w = \frac{U}{U_{max}}$ - относительная урожайность растений; $\frac{U}{U_{max}}$ - отношение фактической к максимально возможной продуктивности растений в конкретных условиях; W^* - относительные продуктивные влагозапасы почвы, дол. ед.; W_{opt}^* - оптимальное значение относительных продуктивных влагозапасов почвы, при которых урожайность максимальная.

$$W^* = \frac{W - W_{B3}}{W_{ПВ} - W_{B3}} \Rightarrow W = W^* \times (W_{ПВ} - W_{B3}) + W_{B3}$$

W - фактические влагозапасы почвы, мм; $W_{ПВ}$ – полная влагоемкость почвы, мм; W_{B3} – влагозапасы на уровне влажности завядания, мм; γ_w - параметр, учитывающий саморегуляцию растений к водному режиму почвы.

Для условий Московской области параметры W_{opt}^* и представлены в таблице II.5. В примере выполнения работы рассматриваются следующие культуры зерновые, картофель, многолетние травы.

Табл. II.5

Значения параметров W_{opt}^* и γ_w для различных сельскохозяйственных культур

С/х культура	W_{opt}^*	γ_w
Зерновые	0.54	5.6
Картофель	0.62	5.6
Мн. травы	0.57	6.2

Типичные для Московской области почвы – супесчаные, для которых значение полной влагоемкости и завядания равны (Приложение 4): $W_{ПВ} = 53\%$, $W_{B3} = 5,8\%$. Рассматриваемый слой почвы 0...50 см (где располагается основная масса корневой системы большинства культурных растений). В этом слу-

чае, перевод содержания влаги из % в мм делается путем умножения влажности (в %) на коэффициент 5: $W_{ПВ} = 265$ мм, $W_{ВЗ} = 29$ мм.

Ординаты требований растений от почвенных влагозапасов рассчитываются в таблице П.6. Кривые требований растений показаны на рис. П.5:

Табл.П.6
Определение ординат кривой продуктивности зерновых культур.

W^*	S_w	W , мм
0,00	0,00	29
0,20	0,21	76
0,40	0,80	123
0,54	1,00	156
0,60	0,96	171
0,80	0,38	218
1,00	0,00	265

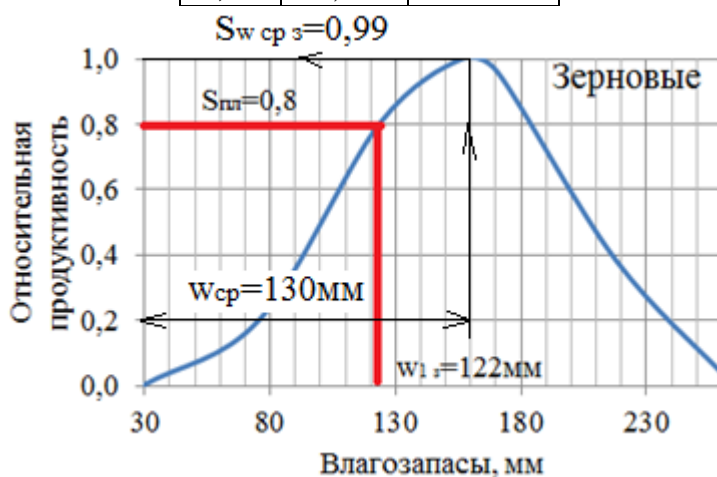


Рис.П.5.а Требования зерновых культур к почвенным влагозапасам.

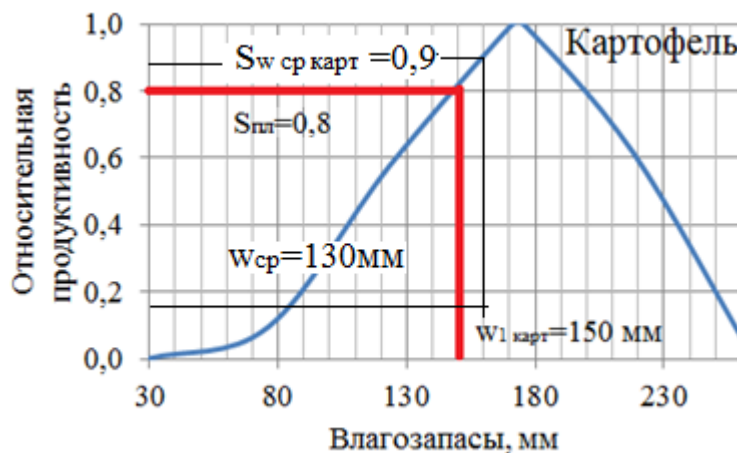


Рис.П.5.б Требования картофеля к почвенным влагозапасам.

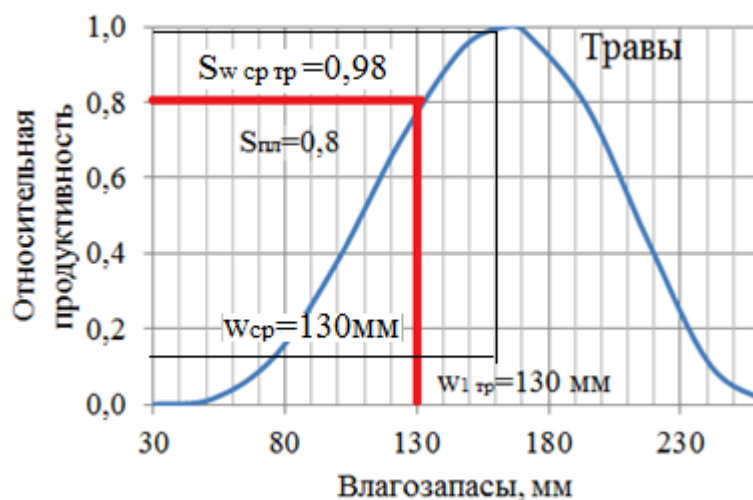


Рис. II.5.с Требования многолетних трав к почвенным влагозапасам.

Используя полученные графики (рис. II.5) определяются значения нижнего оптимального предела регулирования почвенных влагозапасов (w_1 , мм) и относительная продуктивность, соответствующая среднемноголетнему значению влагозапасов ($w_{cp}=130$ мм, $\sigma_w=48$ мм, Приложение 3) (табл. II.7). Значения w_1 переводятся в относительный вид w'_1 по формуле:

$$w'_1 = 5 - (W_{cp} - w_1) / \sigma_w$$

Табл. II.7

Значения w_1 , w'_1 и $S_{w_{cp}}$ для с/х культур выращиваемых в Московской области.

Культура	w_1 , мм	w'_1	$S_{w_{cp}}$
Зерновые	122	4,83	0,99
Картофель	150	5,42	0,9
Мн. травы	130	5,00	0,98

$$w'_1 = 5 - (W_{cp} - w_1) / \sigma_w$$

Относительная величина w'_1 используется для определения вероятности необходимости орошения ($P_{op}, \%$), с помощью интегральной функции нормального распределения, представленной на рис. II.6.

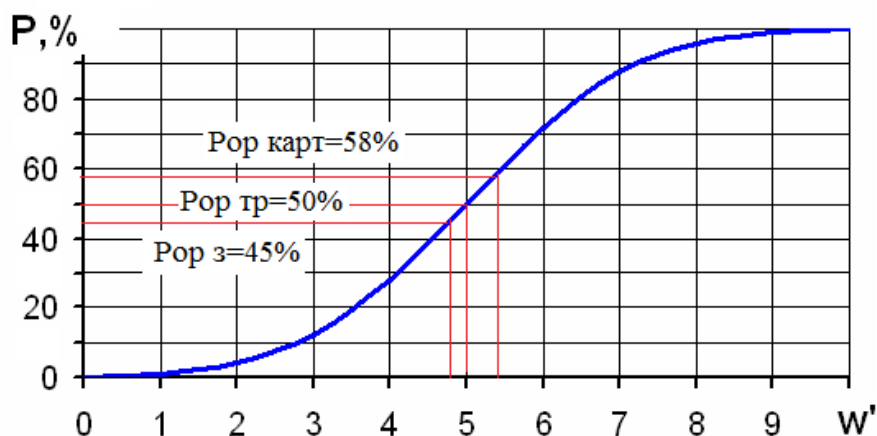


Рис. П.6 Интегральная функция нормального распределения.

Вероятности необходимости проведения орошения равны:

- зерновых $P_{ор з}=45\%$
- картофеля $P_{ор карт}=58\%$
- мн. трав $P_{ор тр}=50\%$

Вероятность необходимости орошения превышает 30% - степень необходимости орошения- высокая для всех рассмотренных культур.

Требование растений к температурному режиму

Требование растений к температурному режиму рассчитывает по формуле:

$$St = \left(\frac{t^*}{t_{opt}^*} \right)^{\gamma_t \times t_{opt}^*} \times \left(\frac{1-t^*}{1-t_{opt}^*} \right)^{\gamma_t \times (1-t_{opt}^*)},$$

где $t^* = \frac{t - t_{min}}{t_{max} - t_{min}}$ - относительная температура, $t_{opt}^* = \frac{t_{opt} - t_{min}}{t_{max} - t_{min}}$ - оптимальная относительная температура, γ_t - параметр учитывающий саморегуляцию растений к температурному режиму, t_{min} и t_{max} - соответственно, минимальная и максимальная температура почвы (табл. П.8).

Табл. П.8
Значения температурных параметров сельскохозяйственных культур.

Культура	t_{min}	t_{opt}	t_{max}	γ_t
Зерновые	9	19,2	28	0,4
Картофель	6,3	18,8	24	0,62
Травы	4	21	34	0,62

Определение ординат графиков зависимости продуктивности сельскохозяйственных культур от температуры представлены в табл. II.9.

Табл. II.9

Определение ординат кривой продуктивности зерновых культур от температур воздуха.

t^*	S_t	$t, ^\circ\text{C}$
0,00	0,00	9
0,20	0,90	13
0,40	0,98	17
0,54	1,00	19
0,60	1,00	20
0,80	0,93	24
1,00	0,00	28

$$t_{opt}^* = \frac{t_{opt} - t_{min}}{t_{max} - t_{min}} = \frac{19,2 - 9}{28 - 9} = 0,54$$

По данным таблицы строится график зависимости продуктивности сельскохозяйственных культур от температур (рис. II.7).

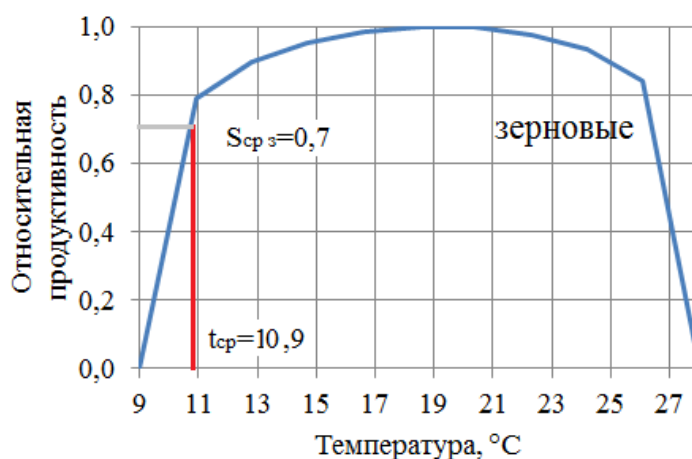


Рис. II.7.а Требования зерновых культур к температурам воздуха.

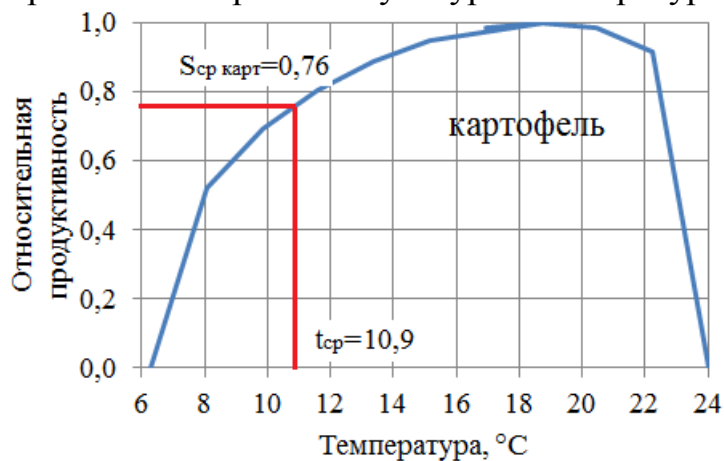


Рис. II.7.б Требования картофеля к температурам воздуха.

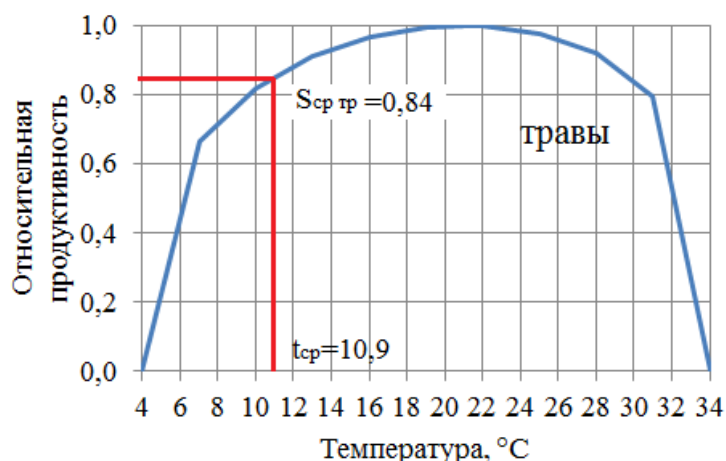


Рис.П.7.с Требования многолетних трав к температурам воздуха.

Используя значения относительной продуктивности растений в зависимости от водного $S_{w_{ср}}$ и температурного $S_{t_{ср}}$ факторов определяется фактическая урожайность растений $S_{ф}$ в соответствии с законом лимитирующего фактора (закон Либиха) – фактор находящийся в минимуме определяет продуктивность:

$$S_{ф} = \min \{ S_{w_{ср}}; S_{t_{ср}} \}$$

Табл.П.10

Определение фактической продуктивности растений.

Культура	$S_{w_{ср}}$	$S_{t_{ср}}$	$S_{ф}$
Зерновые	0,99	0,7	0,7
Картофель	0,9	0,76	0,76
Мн. травы	0,98	0,84	0,84

Вывод: лимитирующим фактором, ограничивающим урожайность, являются температуры.

П.2 Материальные ресурсы

П.2.1. Определение продуктивности кормовой базы животноводства

Продуктивность кормовой базы определяется по многолетним травам. В бассейне реки урожай трав выращивается на лугах и 30% площади пашни. Возможный урожай трав ($B_{тр}$) составляет:

$$B_{тр} = Y_{\max} \times S_{тр \text{ вак}} \times (F_{тр} + 0,3 \times F_{паш}), \text{ ц}$$

где Y_{\max} - максимально возможная урожайность трав (определяется по графику (рис. П.8) $Y_{\max}=85$ ц/га; $S_{\text{тр фак}}=0,84$ – относительная фактическая продуктивность многолетних трав (табл. П.10); $F_{\text{тр}}$, $F_{\text{паш}}$ - соответственно, площадь лугов и пашни (табл.П.1).

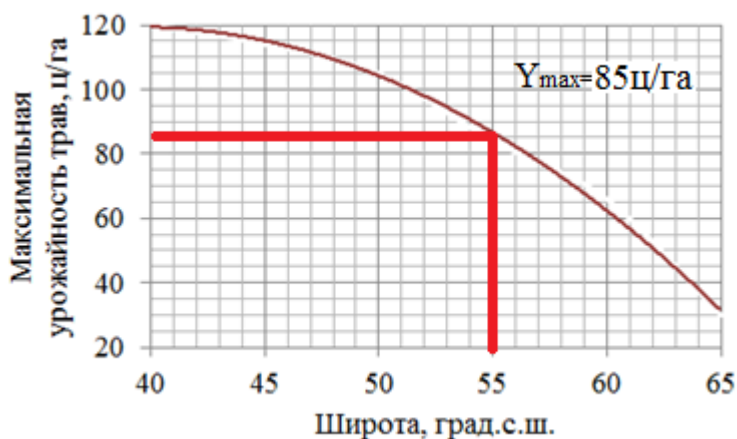


Рис. П.8 Изменение максимально возможной урожайности многолетних трав (Y_{\max}) по широте.

$$B_{\text{тр}}=85 \times 0,84 \times (77,4 + 0,3 \times 1496,4) \times 100 = 3758000 \text{ ц}$$

П.2.2.Определение потенциальной численности крупнорогатого скота

Имеющаяся кормовая базы животноводства может прокормить $N_{\text{КРС}}$ голов крупного рогатого скота (КРС). Для определения поголовья скота ($N_{\text{КРС}}$) используется экологическая пирамида биомасс лугового сообщества, которая показывает соотношение между травянистой растительностью, травоядными и хищниками (рис.2.11).

Биомасса трав $B_{\text{тр}}$ принимается равной 100%, тогда биомасса крупного рогатого скота составит $B_{\text{крс}}$ - 4%. В натуральных показателях биомасса крупного рогатого скота определяется по формуле:

$$B_{\text{крс}} = \frac{B_{\text{тр}} \cdot 4\%}{100\%} \cdot 100 = \frac{3758000 \cdot 4}{100} = 15032000 \text{ кг}$$

$$N_{\text{крс}} = \frac{B_{\text{крс}}}{G} = \frac{15032000}{400} = 37580, \text{ гол.},$$

где G – средний вес одного животного, $G=400$ кг.

На 1га площади занятой травами могут кормиться $n_{\text{КРС}}$ голов крупно рогатого скота:

$$n_{\text{КРС}} = N_{\text{КРС}} / (F_{\text{луга}} + 0,3 \cdot F_{\text{паш}}) = 37580 / (77,4 + 0,3 \times 1496,4) \times 100 = 0,7 \text{ гол./га}$$

При расчете поголовья скота величины $N_{\text{КРС}}$ округляются в меньшую сторону до целых значений.

II.2.3. Потенциальный выход молока и мяса

Поголовье крупнорогатого скота позволяет получать мясную и молочную продукцию. Принимается, что 1/3 поголовья используется для получения мяса, с выходом мяса – 200 кг/гол; 2/3 поголовья – на производство молока, с выходом молока 3000 л/год·голову.

$$M_{\text{мяс}} = N_{\text{КРС}} \times 200 / 3 = 37580 \times 200 / 3 = 2505330 \text{ кг/год}$$

$$M_{\text{мол}} = N_{\text{КРС}} \times 2 \times 3000 / 3 = 37580 \times 2 \times 3000 / 3 = 75160000 \text{ л/год}$$

II.2.4. Оценка урожая сельскохозяйственных культур

Оценка урожая (валового сбора) сельскохозяйственных культур проводится для среднесезонных условий.

$$Y_i = Y_{\text{max } i} \times S_{\text{ф } i} \times \chi_i \times F_{\text{с/х}}, \text{ ц}$$

где i - вид растения (зерновые, картофель, овощи и др.);

Y_{max} – максимальная возможная в конкретных условиях урожайность культуры;

χ – доля площади, занимаемая культурой в составе севооборота;

$S_{\text{ф}}$ – относительная фактическая урожайность культуры (табл. II.10).

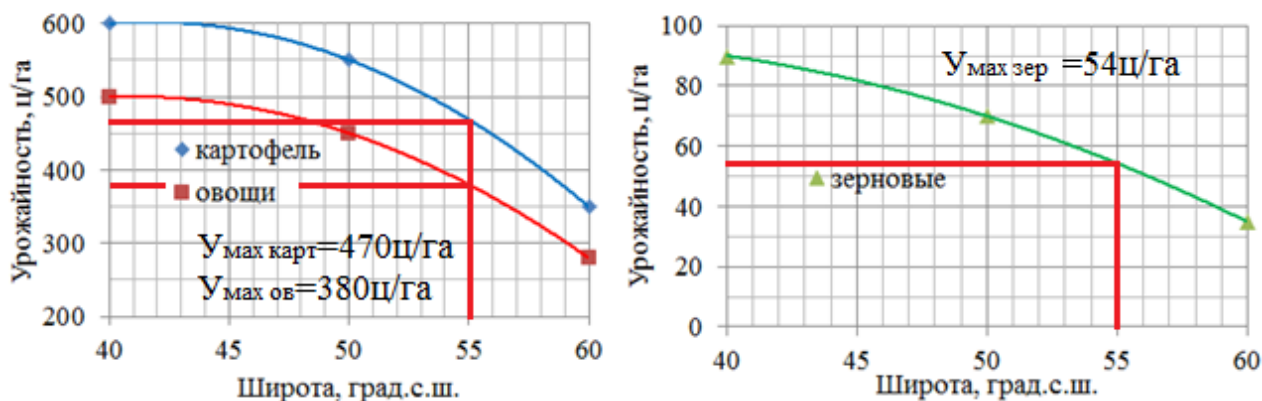


Рис. II.9 Изменение максимально возможной урожайности сельскохозяйственных культур по широте местности.

Расчет урожая сельскохозяйственных культур.

Культура	$Y_{\max i}$, ц/га	$S_{\phi i}$	χ_i	F_i , га	Y_i , ц/га
Зерновые	54	0,7	0,3	448,92	1696918
Картофель	470	0,76	0,25	374,1	13362852
Овощи	380	0,84	0,15	224,46	7164763

III. БАЛАНС РЕСУРСОВ

Баланс ресурсов - это сопоставление располагаемых (Р) ресурсов с потребностью в них (П) для населения, проживающего на территории бассейна реки Пахра. Баланс ресурсов (Б) определяется как разность между располагаемыми ресурсами (Р) и потребностью населения в данном виде ресурса (П).

Баланс составляется для каждого вида ресурса и в целом по всем ресурсам. В последнем случае все составляющие баланса переводятся в денежное выражение. Уравнение баланса имеет вид:

$$B_i = P_i - \Pi_i, \text{ млн. руб.}$$

$$P_i = Z_i \times C_i, \text{ млн. руб.}, \quad \Pi_i = N \times q_i \times C_i, \text{ млн.руб}$$

где Z_i - используемые запасы ресурсов; C_i – стоимость единицы ресурса; N – численность населения; q_i – удельная норма потребления i –го вида ресурса одним человеком.

III.1 Оценка располагаемых ресурсов

Располагаемые природные ресурсы – это часть ресурсов, допустимая для использования, по экологическим соображениям. Допустимая для использования часть позволяет определить темпы изъятия природного ресурса. Уровень потребления ресурса – это скорость изъятия конкретного вида природного ресурса в год. Данная величина необходима для планирования объемов использования ресурсов. Сопоставление ее с допустимым значением скорости изъятия ресурса позволяет учесть условия его естественного самовосстановления.

III.1.1 Располагаемые ресурсы древесины

Время практического самовосстановления лесов составляет 50 лет, то есть 2% в год. За 15 лет восстанавливается 30% лесов.

$$Z_{\text{др. год}}^{\text{ис}} = P_{\text{др}} \times 0,02 = 219300 \times 0,02 = 4386 \text{ т}$$

где $P_{\text{др}}$ - запасы деловой древесины на объекте.

При плотности древесины 0,7 т/м³ получим:

$$Z_{\text{др}}^{\text{ис}} = Z_{\text{др. год}}^{\text{ис}} / 0,7 = 4386 / 0,7 = 6265 \text{ м}^3$$

III.1.2 Располагаемые водные ресурсы

Водные ресурсы используются для водоснабжения городских и сельских населенных пунктов, промышленного водоснабжения и орошения полей. Промышленные предприятия и орошаемое земледелие базируется на речном стоке, а жилищно-коммунальное водоснабжение на подземных водах.

Располагаемые водные ресурсы речного стока для лет разной обеспеченности определяются по выражению:

$$W_{\text{товарн}}^{75\%} = W_{\text{р}}^{75\%} - W_{\text{экол}}^{75\%} = 220 - 120 = 100 \text{ млн. м}^3$$

$$W_{\text{товарн}}^{95\%} = W_{\text{р}}^{95\%} - W_{\text{экол}}^{95\%} = 180 - 80 = 100 \text{ млн. м}^3$$

Потребность в воде для городов, сельских населенных пунктов, животноводства, промышленных предприятий и орошаемого земледелия рассчитывается по формулам (млн. м³):

$$W_{\text{Гор}} = \frac{q_{\text{Гор}} \cdot N_{\text{Гор}} \cdot 365}{\eta \cdot 10^9}$$

$$= \frac{200 \cdot 330240 \cdot 365}{0,95 \cdot 10^9} = 25$$

,4 млн.м³

$$W_{\text{сел}} = \frac{50 \cdot 82560 \cdot 365}{0,9 \cdot 10^9}$$

=6,7 млн.м³

$$W_{\text{ж}} = \frac{q_{\text{ж}} \cdot N_{\text{ж}} \cdot 365}{\eta \cdot 10^9}$$

$$= \frac{100 \cdot 37580 \cdot 365}{0,9 \cdot 10^9} = 1,5$$

млн.м³

где $q_{\text{гор}}$, $q_{\text{сел}}$, $q_{\text{ж}}$ – нормы водопотребления для городских (принимается 200л/сут·чел) и сельских (принимается 50л/сут·чел) населенных пунктов и животноводства (100л/сут·гол), л/сут·чел; 365 – число дней в году; $N_{\text{гор}}$, $N_{\text{сел}}$ – численность городского и сельского населения (определяется по плотности населения, которая для Московской области равна $\rho=160$, чел/км²):

$$N_{\text{сел}} = \rho \times \mu_{\text{сел}} \times F_{\text{бас}} / 100 = 160 \cdot 20 \cdot 2580 / 100 = 82560 \text{ чел.}$$

$$N_{\text{гор}} = \rho \times \mu_{\text{гор}} \times F_{\text{бас}} / 100 = 160 \cdot 80 \cdot 2580 / 100 = 330240 \text{ чел.}$$

$\mu_{\text{гор}}=80\%$, $\mu_{\text{сел}}=20\%$ – относительная численность городского и сельского населения в Московской области; η – коэффициент полезного действия системы водоснабжения ($\eta_{\text{гор}}=0,95$; $\eta_{\text{сел}}=0,9$).

$$\frac{6000 \cdot 2100}{0,85 \cdot 10^6} = 14,8 \text{ млн.м}^3$$

$$F_{\text{ор}} = 0,04 \cdot F_{\text{с/х угод}} = 0,04 \cdot 1496,4 \cdot 100 = 6000 \text{ га}$$

где $M=2100\text{м}^3/\text{га}$ – оросительная норма; η – коэффициент полезного действия системы водоснабжения ($\eta_{\text{ор}}=0,85$); $F_{\text{ор}}$ – площадь орошаемых земель на объекте, принимается.

Объем водопотребления промышленностью ($W_{\text{пр}}$) определяется по соотношению, в зависимости от объема водопотребления городским населением:

$$W_{\text{пр}} = \chi_{\text{пр}} \times W_{\text{гор}} / \chi_{\text{гор}} = 68 \times 6,7 / 22 = 21 \text{ млн.м}^3$$

где $\chi_{\text{пр}}=68\%$, $\chi_{\text{гор}}=22\%$ – соответственно, доля водопотребления промышленностью и городским населением.

Условие обеспечения населения и отраслей экономики водой соблюдаются при выполнении следующего соотношения:

$$\sum W > W_{\text{тов}}^{P\%},$$

128

где $W_{\text{тов}}^{P\%}$ -товарный сток реки в маловодный год $P\%$ обеспеченности, который равен разности естественного речного стока и экологического.

По условию задания водопотребление из реки, осуществляется для целей промышленности и орошения, поэтому:

$$\sum W = W_{\text{пр}} + W_{\text{ор}} = 21 + 14,8 = 35,8 \text{млн.м}^3$$

Объем водопотребления из реки меньше располагаемого ресурса $W_{\text{тов}}^{75\%} = 100 \text{млн.м}^3$, что говорит об обеспеченности водой промышленности и орошения.

Водопотребление для целей питьевого водоснабжения (городского и сельского населения, животноводства) осуществляется из подземных горизонтов.

$$\sum W = W_{\text{гор}} + W_{\text{сел}} + W_{\text{ж}} = 25,4 + 6,7 + 1,5 = 33,6 \text{млн.м}^3$$

III.1.3 Использование торфа для отопления сельских домов

Оценка использования торфа для отопления сельских домов включает:

- определение необходимого количества торфа для отопления одного дома;
- определение времени использования располагаемого ресурса торфа для целей отопления.

Учитывается экологическое требование, ограничивающее количество добываемого торфа в объеме 30%. Это обосновано «Законом 10%» который говорит, что изъятие более 10...30% вещества приводит к деградации экосистемы.

Определение необходимого количества торфа для отопления дома.

Формула для расчета потребности в энергии для отопления имеет вид:

$$P_q = K_{\text{кл}} \times K_{\text{п}} \times (V_{\text{зд}} \times q_{\text{б}} + n_{\text{ок}} \times q_{\text{ок}} + n_{\text{дв}} \times q_{\text{дв}}), \text{ вт/час}$$

где $V_{\text{зд}}$ - объем дома ($9 \times 7 \times 3 \text{м}$), м^3 ; $q_{\text{б}}$ - количество тепла для отопления внутреннего пространства 40 вт/м^3 ; $q_{\text{ок}}$ - количество тепла для компенсации потерь через окно, 100 ватт на окно (5 окон); количество тепла для компенсации потерь через дверь, $200 \text{ ватт на входную дверь}$ (2 двери); $K_{\text{п}}$ - коэффициент, учитывающим потери тепла через внешний контур здания, $K_{\text{п}} = 1,5$; $K_{\text{кл}}$ - регио-

нальный коэффициент, учитывающий климатические особенности местности (рис. III.1).

$$\Pi q = 1,08 \times 1,5 \times (189 \times 40 + 5 \times 100 + 2 \times 200) = 13705 \text{ Вт/час}$$

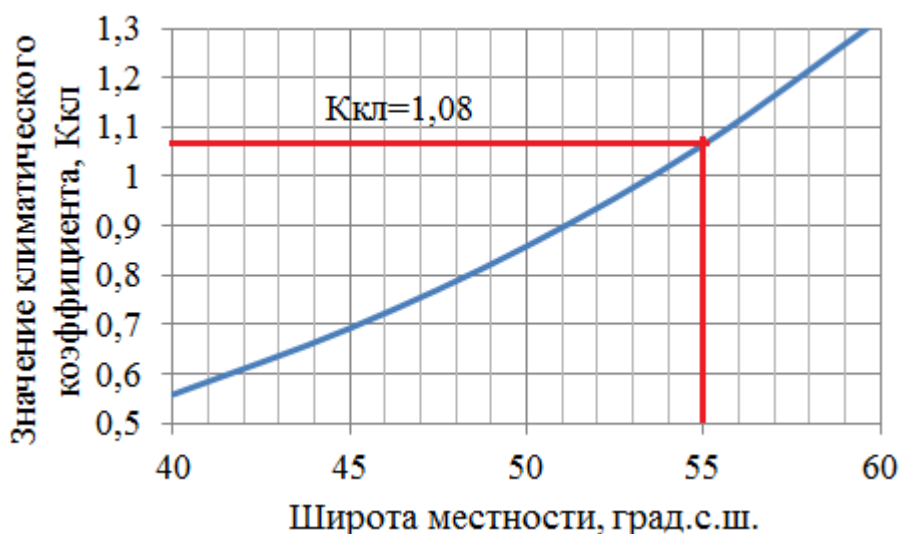


Рис. III.1 Зависимость климатического коэффициента ($K_{кл}$) от широты местности.

Расход торф (V_p) за отопительный сезон (количество месяцев с отрицательной среднемесячной температурой воздуха) $N_{зим}=4$ мес. (Приложение 3, табл.3.2) умноженной на количество часов в месяце 720час определяется с учетом теплоотдачи торфа $q_{уд}=4,9$ кВт/кг.

$$V_{p\text{ др}} = \Pi q \times N_{зим} \times 720 / (2 \times q_{уд\text{ др}} \times 1000), \text{ кг}$$

$$V_{p\text{ др}} = 13705 \times 4 \times 720 / (2 \times 4,9 \times 1000) = 4028 \text{ кг}$$

где 2 – коэффициент учитывающий снижение расхода топлива в реальных условиях по сравнению с расчетными; 1000 – переводной коэффициент учитывающий, что 1кВт=1000ватт.

Определение времени использования располагаемого ресурса торфа для целей отопления.

Предполагается использование торфа для отопления сельских домов с количеством проживающих в доме 4 человека ($N_c=82560$ чел (раздел III.1.2). Количество домов $82560/4=20640$. Число лет использования торфа рассчитывается по формуле:

$$T = \frac{P_m \cdot 30\%}{\left(\frac{N_c}{4}\right) \cdot B_p \cdot 100\%} = \frac{51,6 \cdot 10^9 \cdot 30\%}{(20640) \cdot 4028 \cdot 100\%} = 186 \text{ лет}$$

где P_T – запасы торфа (раздел II.1.2) $51,6 \cdot 10^6$ т или $51,6 \cdot 10^9$ кг.

Использование торфа рентабельно, так как $T > T_{рен} = 15$ лет/

III.1.4 Ветровая энергия

Средняя скорость ветра в Московской области 3,9 м/с (Приложение 7). Это позволяет использовать ветровую установку с диаметром лопастей 20...30м для выработки $\varepsilon_B = 1,5 \dots 4$ кВт·ч (рис. III.2), что удовлетворяет потребности в электроэнергии для сельского дома 1...10 кВт·ч.

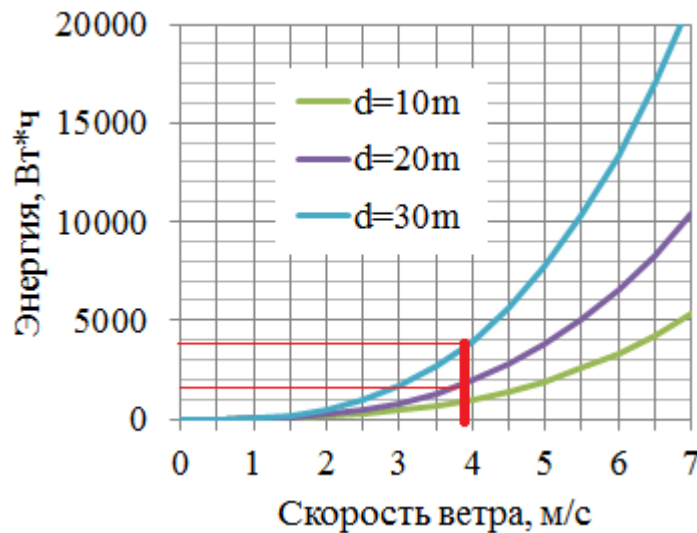


Рис. III.2 Зависимость выработки электроэнергии от скорости ветра при различных диаметрах лопастей ВЭУ.

III.1.5 Использование водной энергии

Речная вода обладает кинетической энергией, которую возможно запастать в водохранилище. Потенциальная энергия воды водохранилищ переводится в потенциальную энергию течения воды, которая используются на гидроэлектростанциях (ГЭС) и отдельных турбинных агрегатов (например, микро ГЭС).

Проверка возможности использования гидроэнергopotенциала речной воды на ГЭС. Создание малой ГЭС с напором $H_{гэс} = 5$ м, к.п.д. турбин и генератора -0,85 позволяет получать объем энергии:

$$\mathcal{E}_{\text{ГЭС}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{реки}} \cdot 0,85 \cdot H_{\text{ГЭС}} \cdot 4000}{L \cdot I \cdot 8760} \text{ кВт}\cdot\text{час}$$

где \mathcal{E}_p – водные энергоресурсы; L – длина реки, м; I – уклон реки; 4000 – количество часов работы ГЭС в году; 8760 – количество часов в году.

$$\mathcal{E}_{\text{ГЭС}} = \frac{37,13 \cdot 0,85 \cdot 5 \cdot 4000}{135 \cdot 0,35 \cdot 8760} = 1,52 \text{ т. мВт}\cdot\text{час}$$

III.2 Оценка обеспеченности ресурсами

Оценка обеспеченности населения и отраслей экономики ресурсами делается на основе составления баланса ресурсов.

III.2.1. Проверка обеспеченности населения водными ресурсами

Обеспеченность населения поверхностными водными ресурсами для целей промышленности и орошения определяется отношением располагаемых ресурсов к объему годового водопотребления:

$$\alpha_{\text{ов}} = \frac{W_{\text{товарн}}}{(W_{\text{Пр}} + W_{\text{ор}})} = \frac{100}{(21 + 14,8)} = 2,8$$

где $W_{\text{товарн}}$ – товарный сток реки, $W_{\text{товарн}} = W_p - W_{\text{экол}} = 220 - 120 = 100 \text{ млн. м}^3$; Промышленность и орошение обеспечено водой, т.к. $\alpha_{\text{ов}} \geq 1$.

III.2.2 Обеспеченность населения продуктами животноводства

Обеспеченность населения объекта мясом и молоком, при норме мясных $N_{\text{мяс}} = 30 \text{ кг/год}\cdot\text{чел.}$ и молочных продуктов $N_{\text{мол}} = 200 \text{ л/год}\cdot\text{чел.}$, проверяется с помощью определения количества продуктов получаемых на объекте, в пересчете на одного человека:

$$P_{\text{мол}} = \frac{M_{\text{мол}}}{N_{\text{общ}}} = \frac{75160000}{421800} = 182 \text{ л/чел} \quad P_{\text{мяс}} = \frac{M_{\text{мяс}}}{N_{\text{общ}}} = \frac{2505330}{412800} = 6,1 \text{ кг/чел}$$

где: $M_{\text{мол}}$ и $M_{\text{мяс}}$ – производство молока и мяса в регионе (соответственно в кг и л); $N_{\text{общ}}$ – общая численность городского и сельского населения на объекте (чел); $N_{\text{общ}} = 412800$ чел.

Если условие обеспеченности мясом не выполняется. Население региона обеспечено молоком.

III.2.3 Обеспеченность населения продуктами растениеводства

Обеспеченность населения зерном, картофелем и овощами делается путем определения объемов получаемой продукции $P_{пр}$, в пересчете на одного человека и сравнением с нормой питания.

Табл. III.1

Проверка обеспеченности населения основными продуктами растениеводства.

Культура	V_i , ц	$V_i/N_{общ}$, кг/чел·год	Норма*, N_i , кг/чел·год
Зерновые	1696918	411	95
Картофель	13362852	3237	95
Овощи	7164763	1736	120

**Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 2 августа 2010 г. N 593н "Об утверждении рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающим современным требованиям здорового питания"*

Население обеспечено продуктами растениеводства, т.к. $V_i/N_{общ} > N_j$.

III.2.4 Обеспеченность кормовой базы животноводства

Обеспеченность крупно рогатого скота (КРС) травами выращиваемых на объекте, определяется путем сравнения удельного количества получаемого урожая трав, приходящихся на единицу массы скота с нормой питания 1425кг сена на 1 голову КРС в год [НТП 1-99 Нормы технологического проектирования предприятий крупного рогатого скота. Утверждены Минсельхозпродом РФ 28 июня 1999 года].

$$P_{тр} = \Pi_{тр} / N_{крс} = 15032000 / 37580 = 400 \text{ кг/гол}$$

где $N_{крс}$ – поголовье крупного рогатого скота 37580 гол.

Крупно рогатый скот не обеспечен фуражными кормами.

III.2.5 Обеспеченность населения энергоресурсами

Обеспеченность энергоресурсами проверяется с помощью соотношения располагаемых ресурсов с потребностью:

$$P_{\text{энерг.}} = (\mathcal{E}_{\text{вет.}} + \mathcal{E}_{\text{ГЭС}}) / \mathcal{E}_{\text{потр}}$$

Годовое потребление электроэнергии на территории объекта рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{потр}} = 14 \times (N_{\text{г}} + N_{\text{с}}) \times 365 = 14 \times 412800 \times 365 = 2109408000 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$$

где 14 – средняя суточная норма потребления электроэнергии, кВт·ч; 365 – число суток в году; $N_{\text{г}}$, $N_{\text{с}}$ – численность соответственно городского и сельского населения на территории речного бассейна.

Количество электроэнергии, которое можно получить для обеспечения сельского населения, рассчитывается из условия: использование ветровой установки с диаметром лопастей 20м, выработкой $\mathcal{E}_{\text{в}} = 4 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$ (раздел III.1.4) на одной ветровой установке, которая обеспечивает $n_{\text{в}} = 4$ дома (при минимальной норме 1кВт·ч).

$$\mathcal{E}_{\text{вет}} = \mathcal{E}_{\text{в}} \times N_{\text{с}} / n_{\text{в}} = 4 \times 82560 / 4 = 82560 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$$

$$P_{\text{энерг.}} = (82560 + 1520000) / 2109408000 = 0,00076$$

Население не обеспечено собственными энергоресурсами если $P_{\text{энерг.}} < 1$.

На основе всех полученных данных составляется таблица баланса ресурсов (табл. III.2). Представленный баланс используется для разработки сценария развития экономики бассейна реки в планируемой перспективе, в соответствии с результатами анализа потенциала и достаточности природных ресурсов.

Выводы.

1. Отрицательный баланс по отдельным видам ресурсов означает, что обеспечить потребности населения невозможно без внешних закупок.

2. Отрицательный суммарный баланс означает, что дальнейшее развитие бассейна (региона) возможно только путем привлечения капитала и внедрения современных технологий на основе принципов рационального природопользования.

3. Положительный баланс по конкретным видам ресурсов свидетельствует о наличии резерва для погашения дефицита других видов ресурсов.

4. Положительный суммарный баланс дает представление о гарантированных возможностях развития объекта в перспективе в условиях устойчивой экономики. Однако для успешного развития региона необходим грамотный бизнес план, максимально ориентированный на собственную ресурсную базу.

Табл.Ш.2

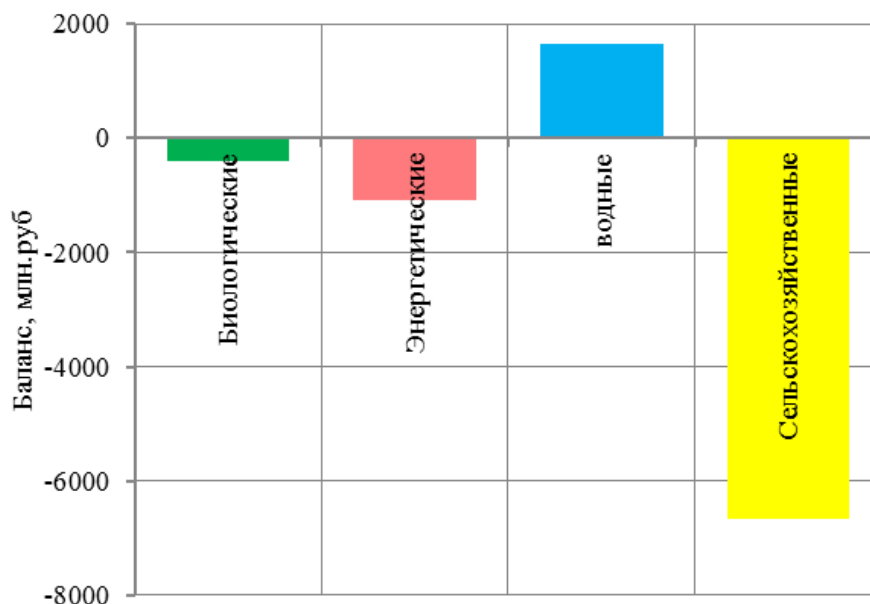
Сводная таблица баланса ресурсов

Виды ресурсов	Ресурсы на объекте	Стоимость единицы ресурса	Стоимость использования, млн. руб.	Нормы потребления (на 1-ого чел.)	Стоимость потребления, млн. руб.	Баланс, млн. руб.
1	2	3	4=2×3	5	7	8=4-7
Биологические	0,006265 млн. м ³	4000 руб/м ³	25	0,3 м ³ /год	441	-416
Энергетические	39,3 т. мВт·ч	3руб/кВт·ч	118	3 кВт·ч/сут	1208	-1090
Водные						0
технические цели	100 млн.м ³	30 руб/м ³	3000	35,8 млн. м ³ /год	1074	1926
питьевые цели*	11,4 млн.м ³	20 руб/м ³	228	25,4 млн. м ³ /год	508	-280
Сельско хозяйственные						
мясо	2505330 кг	300 руб/кг	752	30кг/год	3310	-2558
молоко	75160000 л	40 руб/л	3006	200л/год	2943	63
зерно	1696918 кг	25 руб/кг	42	95кг/год	874	-832
картофель	13362852 кг	60 руб/кг	802	95кг/год	2097	-1295
овощи	7164763 кг	69 руб/кг	494	100кг/год	2538	-2044
ИТОГО	-	-	8467	-	14993	-6526

*по городскому населению

Выводы:

- отрицательные балансы по всем видам ресурсов означают, что обеспечить потребность населения в данных видах ресурсов на территории речного бассейна невозможно без мобилизации внутренних резервов, внешних закупок и рационализации их использования



- положительные балансы наблюдаются только по обеспечению водными ресурсами и молочной продукцией.
- Нехватка ресурсов деловой древесины восполняется путем закупок.
- Энергетические ресурсы восполняются использованием нетрадиционных источников, путем внедрения энергосберегающих технологий.
- Нехватка сельскохозяйственной продукции покрывается повышением продуктивности угодий культур, закупками.

ПРИЛОЖЕНИЯ

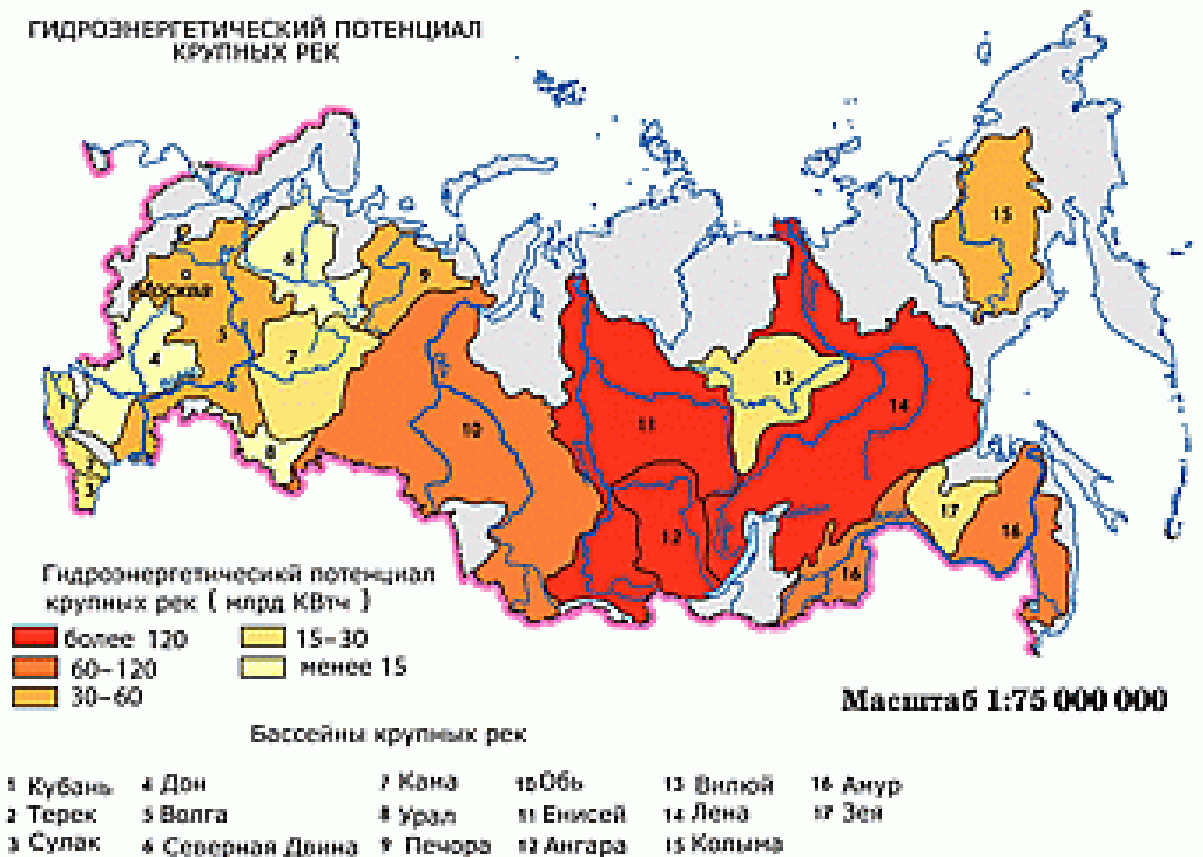
Приложение 1

Значения модульных коэффициентов поверхностного стока Кр% (Cs=2Cv)

P, %	Коэффициент изменчивости Cv									
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
1	1,49	2,09	2,82	3,68	4,67	5,78	7,03	8,40	9,89	11,50
10	1,13	1,26	1,40	1,54	1,67	1,80	1,94	2,06	2,19	2,30
20	1,08	1,16	1,24	1,31	1,38	1,44	1,50	1,54	1,58	1,61
30	1,05	1,09	1,13	1,16	1,19	1,21	1,22	1,22	1,22	1,20
40	1,02	1,04	1,05	1,05	1,04	1,03	1,01	0,89	0,96	0,92
50	0,99	0,98	0,97	0,95	0,92	0,89	0,85	0,80	0,75	0,70
60	0,97	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,69	0,63	0,57	0,51
70	0,95	0,89	0,82	0,76	0,69	0,62	0,55	0,49	0,42	0,36
80	0,91	0,83	0,75	0,66	0,57	0,50	0,50	0,42	0,35	0,28
90	0,87	0,75	0,64	0,53	0,44	0,35	0,27	0,21	0,15	0,11
99	0,78	0,59	0,44	0,30	0,21	0,13	0,08	0,04	0,02	0,01

Гидроэнергетический потенциал

ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ
КРУПНЫХ РЕК



Климатические характеристики

Табл. 3.1

Типовое внутригодовое распределение осадков (Ос), испарения с суши (Ес) и водной поверхности (Ев),%

Геоботаническая зона	Фактор	Месяцы											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Европейская территория России													
Хвойные леса	Ес	-	0,5	2	6	17	25	22	15	8	4	0,5	-
	Ев	-	-	-	3	16	22	21	19	12	6	1	-
	Ос	7	6	5	4	6	7	11	14	11	11	9	9
Смешанные и лиственные леса, лесостепи	Ес	0,5	1	3	9	18	20	18	13	9	5	3	0,5
	Ев	-	-	-	6	14	20	21	19	12	6	2	-
	Ос	7	5	7	5	8	10	12	11	10	8	9	8
Степь	Ес	15	1	3	11	19	20	16	12	8	5	3	1
	Ев	-	-	3	6	13	17	20	19	13	7	2	-
	Ос	7	9	6	5	12	14	7	5	7	6	10	13

Табл. 3.2

Типовое внутригодовое распределение температур воздуха, °С

Область, край	Месяцы												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Калужская	-13,18	-11,34	-3,01	7,54	13,96	17,4	19,25	15,19	10,56	6,12	1,06	-8,7	4,57
Брянская	-7,43	-3,29	-4,6	7,81	18	19,65	18,69	18,29	8,9	7,04	3,82	-1,87	7,08
Владимирская	-3,29	-8,34	4,13	9,97	15,47	17,95	21,33	18,77	14,82	8,39	4,92	-4,5	8
Волгоград	-9,03	-12,74	-3,8	14,63	20,04	24,53	25,07	24,1	17,11	11,08	2,48	-6,82	8,89
Вологда	-9,87	-13,53	-6,7	4,12	12,3	15,12	18,3	14,42	10,62	4,15	-1,52	-12,98	2,87
Воронеж	-7,29	-11,38	-2,44	11,93	18,31	20,1	22,2	20,17	14,05	9,58	2,96	-6,19	7,67
Иваново	-10,78	-8,99	0,76	10,61	15,45	18,24	17,91	14,09	9,75	5,01	-0,82	-11,12	5,01
Мари-Эл	-12,07	-7,78	-8,45	5,3	12,85	19,47	19,52	18,28	9,05	4,4	1,44	-4,17	4,82
Кировская	-11,77	-14,06	-5,42	6,81	12,99	17,18	19,35	16,28	9,85	4,24	-2,19	-14,68	3,22
Кострома	-9,16	-13,25	-5,21	6,11	13,67	16,23	19,37	15,85	11,87	4,8	-0,73	-11,76	3,98
Краснодар	-0,74	-4,77	3,28	16,76	21,37	24,44	25,8	25,19	21,36	16,57	8,97	1,87	13,34
Курск	-6,36	-11	-1,81	11,57	18	18,49	22,09	19,57	14,92	8,72	2,44	-7,22	7,45
Липецк	-6,91	-5,19	-4,94	8,15	18,75	20,24	19,23	19,65	9,16	6,41	3,34	-3,28	7,05
Орел	-6,35	-11,08	-2,34	9,73	17	17,66	21,26	18,59	13,72	7,6	2,28	-7,42	6,72
Оренбургская	-12,18	-16,02	-5,56	15	19	23,7	24,78	24,4	14,05	8,2	0,68	-11,82	7,02
Ростовская	-5,2	-9,18	-0,11	14,69	20	23,46	25,24	24,28	18,49	12,98	5,54	-3,71	10,54
Рязанская	-8,32	-12,25	-3,98	8,6	16	17,64	20,67	17,8	12,9	6,98	1,35	-8,61	5,73
Самарская	-10,49	-14,52	-5,47	12,78	17	21,03	21,71	21,08	12,92	8,24	1,47	-9,66	6,34
Саратовская	-9,87	-13,8	-4,87	13,3	19	22,5	23,6	21,7	14,56	9,05	1,95	-7,88	7,44
Смоленская	-6,62	-11,05	-1,52	7,05	14	15,03	19,41	16,36	11,71	5,61	1,63	-7,52	5,34
Ставропольский	-5,54	-8,65	-0,6	14,45	18,28	21,38	22,71	22,14	18,42	13,87	5,88	-1,46	10,07
Тамбовская	-9,05	-12,43	-4,33	11,03	18	19,31	21,65	19,52	13,07	9,06	2,31	-7,05	6,76
Тверская	-7,75	-11,56	-3,18	6,35	14	16,1	19,54	15,91	11,91	5,11	0,59	-10,25	4,73

Ульяновская	-10,42	-8,52	-5,78	6,93	15,44	20,12	20,24	19,48	10,02	5,29	1,84	-4,35	5,86
Московская	-7,11	-11,14	-3,11	8,24	15	17,13	20,89	17,53	12,79	6,25	1,52	-8,41	5,8
Ленинградская	-14.6	-13.8	-7.6	2.8	11.1	16.8	18.7	16.6	10	2.4	-5.7	-12.6	2.1
Калужская	-7.5	-6	-0.5	5	16	22	21	12	4	1	-2	-4	5.1
Астраханская	-4.2	-2.1	0.3	3	10.6	15.7	21.2	18.4	9.8	5.5	-0.2	-4.8	6.1

Табл. 3.3

Годовые осадки и сумма положительных температур по областям

Область, край	Годовое количество осадков/испарения с суши, мм Ос/Ес	Сумма положительных температур °С
Ленинградская	637/660	1600-1800
Рязанская	400/500	2150-2350
Ивановская	550/600	1880-2000
Брянская	550/600	2200-2500
Самарская	300/600	2450-2750
Владимирская	550/650	2000-2100
Мари-Эл	450/500	2200-2500
Калужская	550/650	2100-2400
Ставропольский	300/600	3000-3700

Табл. 3.4

Средние продуктивные влагозапасы в слое 0...50см почвы за вегетационный период W_{cp} и среднеквадратическое отклонение почвенных влагозапасов σ_w

Область, край	W_{cp}	σ_w	Область, край	W_{cp}	σ_w
Ленинградская	200	70	Рязанская	117	40
Новгородская	195	60	Брянская	106	52
Псковская	198	60	Тульская	98	41
Вологодская	180	60	Орловская	119	35
Ульяновская	150	60	Саранская	129	32
Архангельская	193	75	Пензенская	105	35
Смоленская	192	70	Саратовская	80	30
Ярославская	133	50	Тамбовская	121	60
Владимирская	135	40	Курская	87	30
Костромская	120	32	Воронежская	110	58
Ивановская	165	56	Белгородская	98	54
Тверская	145	52	Волгоградская	96	41
Кировская	135	60	Ставропольский	70	36
Московская	130	48	Краснодарский	98	44
Калужская	130	65	Ростовская	115	50
Самарская	90	35			

Характеристики растений и почв

Табл. 4.1

Значения параметров t_{\min} , t_{opt} , t_{\max} , γ_t для различных сельскохозяйственных культур

Культуры	t_{\min}	t_{opt}	t_{\max}	γ_t
Зерновые	9	19.2	28	0.40
Кормовые	5	20	30	0.52
Овощи	2	20	30	0.62
Картофель	6.3	18.8	24	0.62
Травы	4	21	34	0.62

Примечание: в числителе – оптимальные температуры, в знаменателе – значения γ_t ; в скобках, соответственно, минимальные и максимальные температуры.

Табл. 4.2

Значения параметров W_{opt}^* и γ_w для различных сельскохозяйственных культур

С/х культура	W_{opt}^*	γ_w
Зерновые	0.54	5.6
Корнеплоды	0.67	5.7
Овощи (капуста)	0.67	5.3
Картофель	0.62	5.6
Мн. травы	0.57	6.2

Табл. 4.3

Влажность завядания и полной влагоемкости почвогрунтов, %.

Механический состав	W_s''	ПВ''
Песок	15	40
Супесь	18	46
Суглинок	24	50
Глина	13	45
Торф верховой	35	95
Торф низинный	32	85

Табл. 4.4

Водно-физические характеристики почв, % объема почвы

Характеристики почвы и природных условий	Тундровые	Подзолистые			Серые лесные	Черноземы			Каштановые		Бурые
		глеевые	типичные	дерново- подзол.		оподзоленные	типичные	обыкновенные	темные	светлые	
ФАР, кдж/см ²	83,2	88,6	97,4	107,1	118,0	129,8	142,8	157,1	172,6	189,8	209,2
ПВ, % объема	25	28	31	34	37	41	45	41	37	34	31
ВЗ, % объема	2,7	3,5	4,5	5,9	7,7	10	13	10	7,7	5,9	4,5
Тип растительности	субаркт.	лесная			лесостепная	степная		сухостепная	пустын.		
Гумус, %	1,0	1,7	2,6	3,8	5,7	8,6	13	8,1	5,0	3,2	2

Исходные данные для расчетов загрязнения природных вод
пестицидами

Табл.5.1

Почвы объекта

Вариант	Почва	Вариант	Почва
1	Торфяная низинная	12	Подзолистая тяжелосуглинистая
2	Дерново- подзолистая песчаная	13	Светло-серая лесная суглинистая
3	Дерново- подзолистая супесчаная	14	Светло-серая лесная тяжелосуглинистая
4	Дерново- подзолистая легкосуглинистая	15	Чернозем обыкно- венный среднесуглинистый
5	Дерново- подзолистая среднесуглинистая	16	Чернозем обыкно- венный тяжелосуглинистый
6	Дерново- подзолистая суглинистая	17	Чернозем типичные легкосуглинистый
7	Дерново- подзолистая глинистая	18	Чернозем типичные среднесуглинистый
8	Дерново- слабоподзолистая песчаная	19	Чернозем обыкно- венный тяжелосуглинистый
9	Дерново- слабоподзолистая супесчаная	20	Чернозем обыкно- венный глинистый
10	Дерново- слабоподзолистая суглинистая	21	Чернозем типичный суглинистый
11	Дерново- слабоподзолистая тяжелосуглинистая	22	Чернозем типичный тяжелосуглинистый

Табл. 5.2

Исходные данные по вариантам

Вариант	Доза внесения пестицида N, кг/га	Слой осадков, Н _p %, мм	Продолжительность ливня, сут.	Модуль дренажного стока, л/сек.га.	Коэффициент поверхностного стока, σ	Объем твердого стока, м ³ /га
1	1.5	30	1.0	0.05	0.40	0.5
2	2.0	35	0.95	0.05	0.40	0.5
3	2.5	40	0.9	0.05	0.40	0.5
4	3.0	45	0.85	0.05	0.40	0.5
5	3.5	50	0.8	0.05	0.40	0.5
6	4.0	55	0.7	0.05	0.40	0.5
7	4.5	60	0.7	0.10	0.10	0.4
8	5.0	65	0.6	0.10	0.10	0.4
9	1.5	70	0.6	0.10	0.10	0.4
10	2.0	75	0.5	0.10	0.10	0.4
11	2.5	30	1.0	0.10	0.10	0.4
12	3.0	35	0.95	0.15	0.15	0.3
13	3.5	40	0.90	0.20	0.20	0.2
14	4.0	45	0.85	0.40	0.40	0.2
15	4.5	50	0.80	0.40	0.40	0.2
16	5.0	55	0.70	0.40	0.40	0.2
17	1.5	60	0.70	0.45	0.45	0.5
18	2.0	65	0.60	0.45	0.45	0.5
19	2.5	70	0.60	0.30	0.30	0.4
20	3.0	75	0.50	0.30	0.30	0.4
21	3.5	30	1.0	0.35	0.20	0.3
22	4.0	35	0.95	0.40	0.50	0.2
23	4.5	40	0.90	0.50	0.50	0.3
24	5.0	45	0.60	0.05	0.10	0.3
25	1.5	35	0.55	0.10	0.10	0.2

Табл. 5.3

Характеристики пестицидов

Вариант	Название пестицида	Растворим. в воде при t=20°C, мг/л	ПДК для р/х водоемов, мг/л	Коэфф. деструкции К, сут ⁻¹	Время деструкции сут.
Хлорорганические:					
1	Гексахлоран	н. р.	10 ⁻⁴	0.0032	1439
2	Полихлорпинен	н. р.	10 ⁻⁴	0.0021	2193
3	Полихлоркамфен	н. р.	10 ⁻⁴	0.0063	731
4	Гептахлор	н. р.	10 ⁻⁴	0.0075	667
5	Линдан	н. р.	10 ⁻⁴	0.0075	614
6	Дактал	н. р.	10 ⁻⁴	0.047	98
Фосфорорганические:					
7	Фозалон	тр. р.	10 ⁻⁴	0.31	15
8	Антио	н. р.	10 ⁻⁴	0.38	12
Прочие:					
9	Банвел Д	тр. р.	10 ⁻⁴	0.38	12
10	Бетанол	тр. р.	10 ⁻⁴	0.045	102
11	2.4 ДБ	н. р.	4·10 ⁻³	0.31	15
12	Купрозан	н. р.	1·10 ⁻³	0.15	31
13	Линурон	тр. р.	10 ⁻⁴	0.038	121
14	Нитрофор	н. р.	10 ⁻⁴	0.024	192
15	Симазин	тр. р.	2.4·10 ⁻³	0.019	243
16	Трефлан	тр. р.	10 ⁻⁴	0.023	200

Растворимые пестициды

Хлорорганические:					
1	Пиклорам	400	10^{-4}	0.365	13
Фосфорорганические:					
2	Хлорофос	154000	10^{-4}	0.37	13
3	Метофос	50	10^{-4}	0.43	11
4	Карбофос	150	10^{-4}	1.72	2.7
5	Рогор	39000	10^{-4}	0.167	28
Прочие:					
6	Атразин	30	$5 \cdot 10^{-3}$	0.11	42
7	Акрил	50	10^{-4}	0.1	46
8	Бромацил	800	10^{-4}	0.045	102
9	Далапон	900000	0.3	0.23	20
10	2.4 ДА	35000	0.1	0.31	15
11	2М 4Х	600	10^{-4}	0.09	51
12	Монурон	230	10^{-4}	0.026	177
13	Севин	1000	10^{-4}	0.009	512
14	Семерон	600	10^{-4}	0.023	512
15	Рамрод	700	$4 \cdot 10^{-3}$	0.06	77
16	Эптам	400	10^{-4}	0.027	171

Плотность населения по регионам России.

Область, край	Плотность, чел/км ²	Область, край	Плотность, чел/км ²
Московская	160,74	Орловская	31,23
Краснодарский	71,59	Тамбовская	31,02
Самарская	59,95	Рязанская	28,81
Тульская	59,25	Кемеровская	28,56
Белгородская	56,91	Саратовская	24,66
Ивановская	48,66	Волгоградская	22,76
Владимирская	48,59	Свердловская	22,24
Липецкая	48,23	Ленинградская	21,02
Воронежская	44,60	Астраханская	20,74
Нижегородская	42,83	Смоленская	19,44
Ставропольский	42,24	Пермский	16,45
Ростовская	42,05	Оренбургская	16,24
Курская	37,30	Тверская	15,74
Брянская	35,65	Псковская	11,85
Ярославская	35,15	Новгородская	11,42
Ульяновская	34,09	Кировская	10,89
Калужская	33,74	Костромская	10,90
Пензенская	31,38	Вологодская	8,26

Средняя скорость ветра по регионам России.

Край, область	Средняя скорость ветра, м/с	Край, область	Средняя скорость ветра, м/с
Брянск	4,8	Магаданская	6,8
Владимир	3,8	Москва	3,9
Волгоградская	5,2	Новгородская	3,4
Вологда	5,1	Оренбург	4,8
Воронеж	4,8	Орел	5,7
Нижний Новгород	4,7	Пенза	4,8
Иваново	4,1	Пермская	3,1
Калужская	3,7	Псков	3,9
Кемерово	4,9	Ростов-на-Дону	6,6
Киров	5,2	Саратов	4,6
Кострома	5,5	Смоленск	5,7
Краснодар	4,3	Ставрополь	4,8
Куйбышев	4,3	Тамбов	4,1
Курск	4,9	Ульяновская	5
Ленинградская	4,3	Ярославль	4,9

Приложение 8

Соотношение численности городского и сельского населения

Соотношение численности городского (N_r) и сельского (N_c) населения
 $(\chi=N_r/N_c)$, относительная численность городского ($\mu_{гор},\%$)
 и сельского ($\mu_{сел},\%$) населения.

Область, край	χ	$\mu_{гор}$	$\mu_{сел}$	Область, край	χ	$\mu_{гор}$	$\mu_{сел}$
Белгородская	1,95	66	34	Ленинградская	1,93	66	34
Брянская	2,24	69	31	Новгородская	2,41	71	29
Владимирская	3,47	78	22	Псковская	2,35	70	30
Воронежская	1,75	64	36	Краснодарский	1,12	53	47
Ивановская	4,25	81	19	Астраханская	2,00	67	33
Калужская	3,23	76	24	Волгоградская	3,16	76	24
Костромская	2,32	70	30	Ростовская	2,05	67	33
Курская	1,87	65	35	Ставропольский	1,33	57	43
Липецкая	1,75	64	36	Пермский	2,99	75	25
Московская	4,02	80	20	Кировская	2,85	74	26
Орловская	1,90	65	35	Нижегородская	3,74	79	21
Рязанская	2,44	71	29	Оренбургская	1,48	60	40
Смоленская	2,66	73	27	Пензенская	2,04	67	33
Тамбовская	1,42	59	41	Самарская	4,06	80	20
Тверская	2,96	75	25	Саратовская	2,93	75	25
Тульская	3,85	79	21	Ульяновская	2,77	73	27
Ярославская	4,61	82	18	Вологодская	2,41	71	29

Приложение 9

Структура водопотребления из поверхностных и подземных источников в областях России.

Область, край ¹	Забрано из подземных источников, %	Водопотребление участниками ВХК, %				
		КБХ	Промыш.	Орошение	С/х вос-набж.	Прочие
Новгородская	17	25	46	1	9	11
Псковская	44	30	26	0	20	19
Волгоградская	3	11	85	0	1	0
Брянская	60	39	38	0	18	2
Владимирская	42	32	56	2	5	2
Ивановская	16	23	49	1	5	3
Тверская	6	4	60	0	1	0
Калужская	62	45	27	3	14	2
Костромская	1	2	98	0	1	0
Орловская	59	35	45	3	16	1
Рязанская	42	38	44	2	12	3
Смоленская	34	16	43	0	7	0
Тульская	57	25	48	0	6	0
Ярославская	6	43	55	0	3	3
Нижегородская	10	20	70	0	2	4
Белгородская	62	19	22	17	13	16
Воронежская	34	16	63	6	10	3
Курская	46	19	63	1	10	3
Липецкая	52	21	53	5	7	6
Волгоградская	9	13	14	32	6	7
Самарская	21	25	39	9	4	14
Пензенская	23	18	42	20	13	4
Саратовская	5	10	17	26	5	1
Ульяновская	36	30	26	10	15	15
Краснодарская	9	5	10	32	3	19
Ставропольский	2	3	39	19	3	4
Ростовская	5	5	34	20	3	9
Пермская	10	9	85	1	1	0

Характеристики природных ресурсов

Табл.10.1

Структура земельного фонда областей европейской части России.

Вариант	Область, край	Структура, %						Природная зона
		$f_{лес}$	$f_{луг}$	$f_{бол}$	$f_{с/х}$	$f_{оз}$	$f_{застр}$	
1	Ленинградская	46	14	3	25	2	2	лесная
2	Новгородская	53	13	2	18	2	3	лесная
3	Псковская	45	15	3	25	2	2	лесная
4	Вологодская	42	18	2	26	2	2	лесная
5	Ульяновская	10	21	0	56	2	2	лесная
6	Астраханская	9	27	0	45	2	2	степная
7	Смоленская	48	12	1	22	2	2	лесная
8	Ярославская	38	20	3	27	2	2	лесная
9	Владимирская	36	19	2	31	2	2	лесная
10	Костромская	44	17	1	25	2	2	лесная
11	Ивановская	43	18	1	24	2	2	лесная
12	Кировская	38	22	1	26	2	2	лесная
13	Калужская	32	12	0	44	2	2	лесная
14	Самарская	31	14	0	42	2	2	Лесо степная
15	Рязанская	27	18	0	43	2	2	лесная
16	Брянская	34	13	2	38	2	2	лесная
17	Курская	17	29	0	50	1	3	Лесо степная
18	Оренбургская	9	32	0	56	0	3	Степная
19	Тульская	28	23	1	32	2	2	лесная
20	Орловская	24	17	0	47	2	2	лесная
21	Ставропольский	4	7	0	77	2	2	степная
22	Пензенская	30	21	1	36	2	2	лесная

Табл.10.2

Природно-климатические характеристики.

Вариант	Область, край	Норма осадков, мм	Норма суммарного испарения, мм	Мощность торфяника, $h_{т,ср}, м$	Скорость ветра, м/с	Характеристика водных ресурсов				
						$g, л/с \cdot км^2$	C_v	C_s	$F_{всб}, \% от F_{п}$	$q_{п}, л/с \cdot км^2$
1	Ленинградская	600	500	1,5	4,5	8	0,3	2Сv	40	0,4
2	Новгородская	570	510	1,7	4,7	6	0,3			0,3
3	Псковская	580	520	1,9	4,9	6	0,3			0,35
4	Вологодская	550	500	2,1	5,1	5	0,3			0,45
5	Ульяновская	500	550	-	5,3	3	0,3			0,6
6	Архангельская	620	400	2,5	5,5	8	0,3			0,3
7	Смоленская	500	490	2,7	5,7	6	0,3			0,33
8	Ярославская	540	450	2,9	5,9	6	0,3			0,22
9	Владимирская	560	450	3,1	6,1	5	0,3			0,5
10	Костромская	500	450	3,3	6,3	5	0,3			0,44
11	Ивановская	490	500	3,5	6,5	4	0,3			0,35
12	Кировская	500	500	3,7	6,7	4	0,3			0,4
13	Калужская	550	500	-	6,9	4	0,3			0,43
14	Самарская	490	580	-	7,1	3	0,4			0,25
15	Рязанская	480	550	-	7,3	4	0,4			6
16	Брянская	490	500	4,5	7,5	4	0,3			0,65
17	Тульская	500	490	4,7	7,7	5	0,3			0,35
18	Орловская	450	500	-	7,9	4	0,4			0,43
19	Ставропольский	650	700	-	8,1	1	0,9			0,44
20	Пензенская	550	500	5,3	8,3	4	0,3			0,23

Образец титульного листа

ФГБОУ ВПО РГАУ-МСХА ИМ. К.А.ТИМИРЯЗЕВА
ИНСТИТУТ ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА ИМ. А.Н.КОСТЯКОВА

ФАКУЛЬТЕТ
ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА И ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

КАФЕДРА
КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ
И ГИДРАВЛИКИ

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА
БАЛАНС РЕСУРСОВ БАССЕЙНА
РЕКИ ПАХРА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Работу выполнил студент группы Д-Т-101

Иванов С.П.

Работу проверил Кравченко П.И.

Москва 2015г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И СПРАВОЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Законодательные

1. Конституция Российской Федерации: принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 года.— М.: Эксмо, 2013.— 63 с.
2. В
ОДНЫЙ КОДЕКС РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: принят ГД ФС РФ 12.04.2006 N 74-ФЗ/Собрание законодательства РФ, 05.06.2006, N 23, ст. 2381. – М:Периодические издания, 2006.
3. З
емельный кодекс РФ: принят ГД ФС РФ 2001.09.28 N 136-ФЗ/ Собрание законодательства РФ", 29.10.2001, N 44, ст. 4147.- М: Периодические издания, 2006
4. Л
ЕСНОЙ КОДЕКС РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ Принят ГД ФС РФ 08.11.2006 N 200-ФЗ/ Собрание законодательства РФ", 2006.12.11, N 50, ст. 5278. – М: Периодические издания,2006

Нормативные

1. Гидрографические характеристики речных бассейнов европейской территории СССР/Государственный водный кадастр. -Л.: Гидрометеиздат. 1971. -220с
2. Г
ОСТ Р 7.0.5-2008. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления - Введен 2009.01.01 - М: Стандартинформ, 2009.- 23с.
3. Реймерс, Н.Ф. Природопользование: словарь – справочник/Н.Ф.Реймерс. – М.:Мысль 1990.-637с.

4. СП 33-101-2003. Определение расчетных гидрологических характеристик. -Введен 2004.01.01 -М: ФГУП ЦПП , 2004.-73с.

Методические

1. Атласы. Россия как система [электронный ресурс].- Режим доступа: <http://vce-besplatno.ru/3550-fgup-gosgiscentr-atlas-rossii-toma-1-32005-2009isomdf.html>.- VCE besplatno/RU - (Дата обращения: 20.02.2014).
1. Ведерников, В.В. Прогноз вымыва пестицидов с сельскохозяйственных угодий: методические указания/В.В. Ведерников, И.В. Глазунова, В.Н. Маркин.-М: МГУП, 2000.-54с.
2. Виткевич, В.И. Сельскохозяйственная метеорология: учебное пособие. Изд.2-е./В.И. Виткевич. -М.:Колос, 1966.–384с.
2. Водное хозяйство: справочник/Под ред. И.И. Бородавченко.–М.: Агропромиздат,1988.-399с.
3. Глазунова, И.В. Проектирование биоинженерных сооружений в составе схем комплексного использования водных ресурсов: методические рекомендации/И.В. Глазунова, Л.Д. Раткович, С.А. Соколова. М: МГУП, 2007.-60с.
4. Комплексное использование водных ресурсов и охрана природы: учебник/Под ред. В.В. Шабанова –М.: Колос, 1990.-408с
5. Маркин, В.Н. Обоснование водохозяйственных мероприятий в бассейне реки: учебное пособие/ В.Н. Маркин, Л.Д. Раткович, С.А. Соколова. – М: МГУП. 2009. 77с.
6. Методические нормативные материалы по государственному экологическому контролю: справочное пособие/Серия охрана водных ресурсов.- Нижний Новгород: Госком по охране окружающей среды, 2000.-312с.

Дополнительные

1. Биоклиматический потенциал России: теория, практика/Гордеев Л.В [и др.] -М.: Товарищество научных изданий КМК,-2006.-512 с.

2. Ковда, В.А. Основы учения о почвах: монография/В.А. Ковда. - Книга1. - М.: Наука, 1973.-448с.
3. Козлов, Д.В. Вода или нефть? Создание единой водохозяйственной системы: монография/Д.В. Козлов [и др.]; под общ. ред. Д.В. Козлова – М.: МППА БИМПА, 2008.-456с.
4. Лагунов, А.Г. Пестициды в сельском хозяйстве: монография/А.Г. Лагунов - М.: Агропромиздат. 1985.-135с.
5. Малые реки: монография/Под науч. ред. А.М. Черняева. ФГУП РосНИИВХ: –Екатеринбург: АКВА-ПРЕСС, 2001.–804с
6. Хрисанов, Н.И. Управление эвтрофированием водоемов: монография/Н.И. Хрисанов, Г.К. Осипов – С.- П.: Гидрометеиздат. 1993.-274с.
7. Шашко, Д.И. Агроклиматическое районирование СССР: монография/ Д.И. Шашко.- М.: Колос, 1967. - 336 с.