

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 2013-09-11

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c1eabb75e9743df4a485fda56d089

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Юго-Западный государственный университет»**

(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

2013 г.



## **ПРОВЕДЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ**

Методические указания к проведению практического занятия по дисциплине «Оценка воздействия на окружающую среду» для студентов направления подготовки 022000.62 Экология и природопользование

Курск 2013

УДК 500.3

Составитель В.В. Протасов, В.В. Юшин, В.М. Попов

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *А.В. Беседин*

**Проведение экологической экспертизы:** методические указания к проведению практического занятия по дисциплине «Оценка воздействия на окружающую среду» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.В. Протасов, В.В. Юшин, В.М. Попов. Курск, 2013. 12 с.: Библиогр.: с. 12.

Представлены объекты, принципы и порядок проведения экологической экспертизы.

Предназначены для студентов направления подготовки 022000.62 Экология и природопользование, изучающих дисциплину «Оценка воздействия на окружающую среду» дневной формы обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать                      Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 0,70. Уч.-изд.л.0,63. Тираж 30 экз. Заказ *151* . Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

**Цель работы:** изучить виды, объекты, принципы и порядок проведения экологической экспертизы.

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Экспертиза - исследование и разрешение при помощи сведущих людей какого-либо вопроса, требующего специальных знаний. Экспертиза означает независимую проверку или оценку какой-либо деятельности. Экспертиза проводится экспертами (от латинского слова *expertus* – знающий, понимающий, проверяющий).

В зависимости от целей проверки различных документов, подвергаемых экспертизе, экспертиза может быть технико-экономической и экологической. И в том и в другом варианте экспертизе (проверке) подвергается соответствие принятых в проекте решений существующим нормативам.

В первом случае, при проведении технико-экономической экспертизы, проверяется соответствие технических решений с техническими нормативами, в основном со Строительными нормами и правилами (СНиП). Этим завершается техническая экспертиза. Далее проводится экспертиза расчетов экономической эффективности, приведенных в проекте. Именно от этого зависит окупаемость капитальных вложений.

В соответствии с Федеральным законом «Об экологической экспертизе» экологическая экспертиза это – установление соответствия намечаемой хозяйственной и иной деятельности экологическим требованиям и определение допустимости реализации объекта экологической экспертизы в целях предупреждения возможных неблагоприятных воздействий этой деятельности на окружающую природную среду и связанных с ними социальных, экономических и иных последствий реализации объекта экологической экспертизы.

Экологическая экспертиза в свою очередь разделяется на, государственную и общественную экологическую экспертизу.

*Государственная экологическая экспертиза* организуется и проводится специально уполномоченными государственными органами в области экологической экспертизы в порядке, установленном

Федеральным законом и нормативными правовыми актами Российской Федерации, а также нормативными правовыми актами субъектов Российской Федерации. Государственная экологическая экспертиза проводится на федеральном уровне и уровне субъектов Российской Федерации.

Если граждане считают, что их права не полностью охраняются при проведении государственной экологической экспертизы, то они могут организовать проведение общественной экологической экспертизы.

*Общественная экологическая экспертиза* организуется и проводится по инициативе граждан и общественных организаций (объединений). Она может быть проведена также по инициативе органов местного самоуправления общественными организациями (объединениями), основным направлением деятельности которых в соответствии с их уставами является охрана окружающей природной среды, в том числе организация и проведение экологической экспертизы, и которые зарегистрированы в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.

### **Влияние намечаемой хозяйственной деятельности на окружающую среду**

При современных тенденциях роста потребления в Мире неизбежен рост промышленности, сельского хозяйства и транспорта. Если в промышленности и на транспорте коренным образом не изменятся технологии, т.е. не станут более экологичными, то неизбежен рост загрязнения.

Один из методов борьбы с нарастающим загрязнением является экологическая экспертиза проектов намечаемой хозяйственной деятельности, результаты которой могут отрицательно повлиять на здоровье человека и биоты.

Считается, что любая намечаемая хозяйственная деятельность (НХД) потенциально может отрицательно отразиться в окружающей среде. При этом принято, что это влияние может проявиться в абиотической среде, биотической среде и даже в духовой сфере (духовной среде). Примерная схема влияния намечаемой хозяйственной деятельности на окружающую среду показана на рис 1.

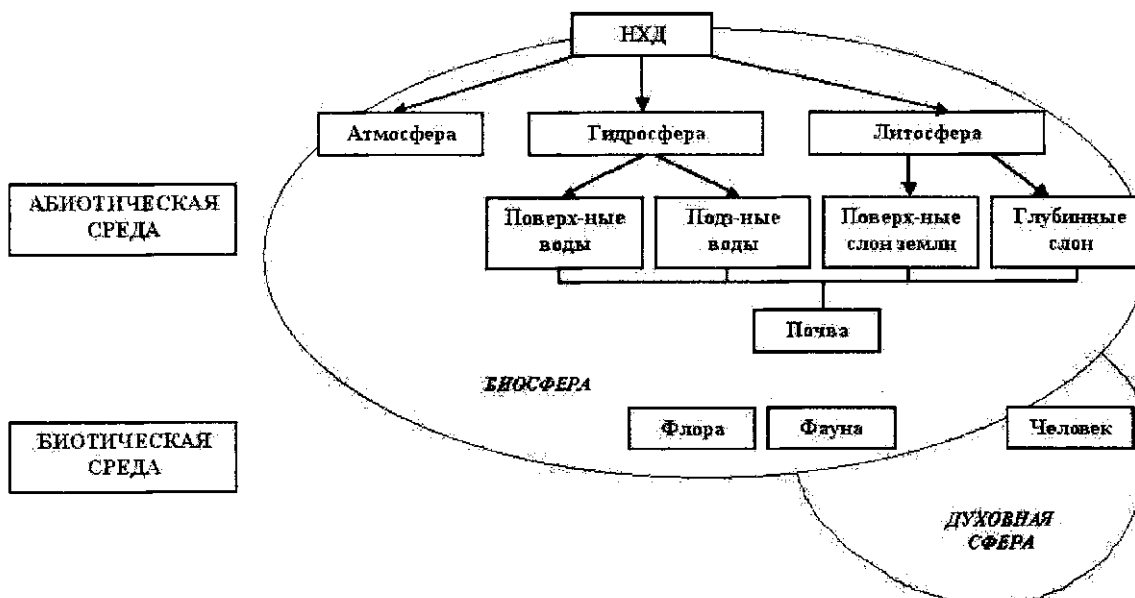


Рисунок 1 Схема влияния намечаемой хозяйственной деятельности на окружающую среду.

На рисунке видно, что при экспертизе необходимо оценить влияние на атмосферу, гидросферу (поверхностные и подземные воды), литосферу (поверхностные и глубинные слои земли). С экологической точки зрения «вредность» изменение параметров окружающей среды можно оценить только «спросив у живого», т.е. проанализировав реакцию живого вещества на изменения, произошедшие в окружающей среде.

Если величина этих изменений будет существенна для флоры, фауны или для человека, то такое влияние намечаемой хозяйственной деятельности будет считаться недопустимым и такой проект не может быть одобрен экологической экспертизой.

В последнее время кроме рассмотрения экономических и экологических критериев при оценке хозяйственной деятельности, возникает необходимость рассматривать и духовную составляющую, т.е. вводить определенные нравственные критерии.

### Объекты экологической экспертизы

В принципе объектами экологической экспертизы может быть любая форма человеческой деятельности, которая может повлечь за собой изменения природного экологического состояния.

Основной удельный вес в экспертизе составляют строительные

и технологические проекты, особенно те, которые способны изменить состояние окружающей среды. Однако ошибки проектов лучше всего предотвращать на ранних стадиях, поэтому экспертизе должны подлежать и документы, определяющие правила проектирования и предпроектные документы.

На проектирование существенное влияние оказывают технические и законодательные нормы (например, СНиП), прогнозы развития народного хозяйства, технико-экономические обоснования (ТЭО), проекты (схемы) рационального использования водных ресурсов, поэтому эти предпроектные документы экспертируются в первую очередь.

Сказанное выше можно структурировать в виде схемы, на которой обозначены основные этапы планирования (проектирования) хозяйственной деятельности (рис.2).

Итак, обязательной государственной экологической экспертизе, проводимой на федеральном уровне, подлежат:

1. проекты правовых актов Российской Федерации нормативного и ненормативного характера, реализация которых может привести к негативным воздействиям на окружающую природную среду, нормативно-технических и инструктивно-методических документов, утверждаемых органами государственной власти Российской Федерации, регламентирующих хозяйственную и иную деятельность, которая может оказывать воздействие на окружающую природную среду, в том числе использование природных ресурсов и охрану окружающей природной среды;

2. материалы, подлежащие утверждению органами государственной власти Российской Федерации и предшествующие разработке прогнозов развития и размещения производительных сил на территории Российской Федерации, в том числе:

3. проекты комплексных и целевых федеральных социально-экономических, научно-технических и иных федеральных программ, при реализации которых может быть оказано воздействие на окружающую природную среду;

4. проекты генеральных планов развития территорий свободных экономических зон и территорий с особым режимом природопользования и ведения хозяйственной деятельности;

5. проекты схем развития отраслей народного хозяйства Рос-

сийской Федерации, в том числе промышленности;

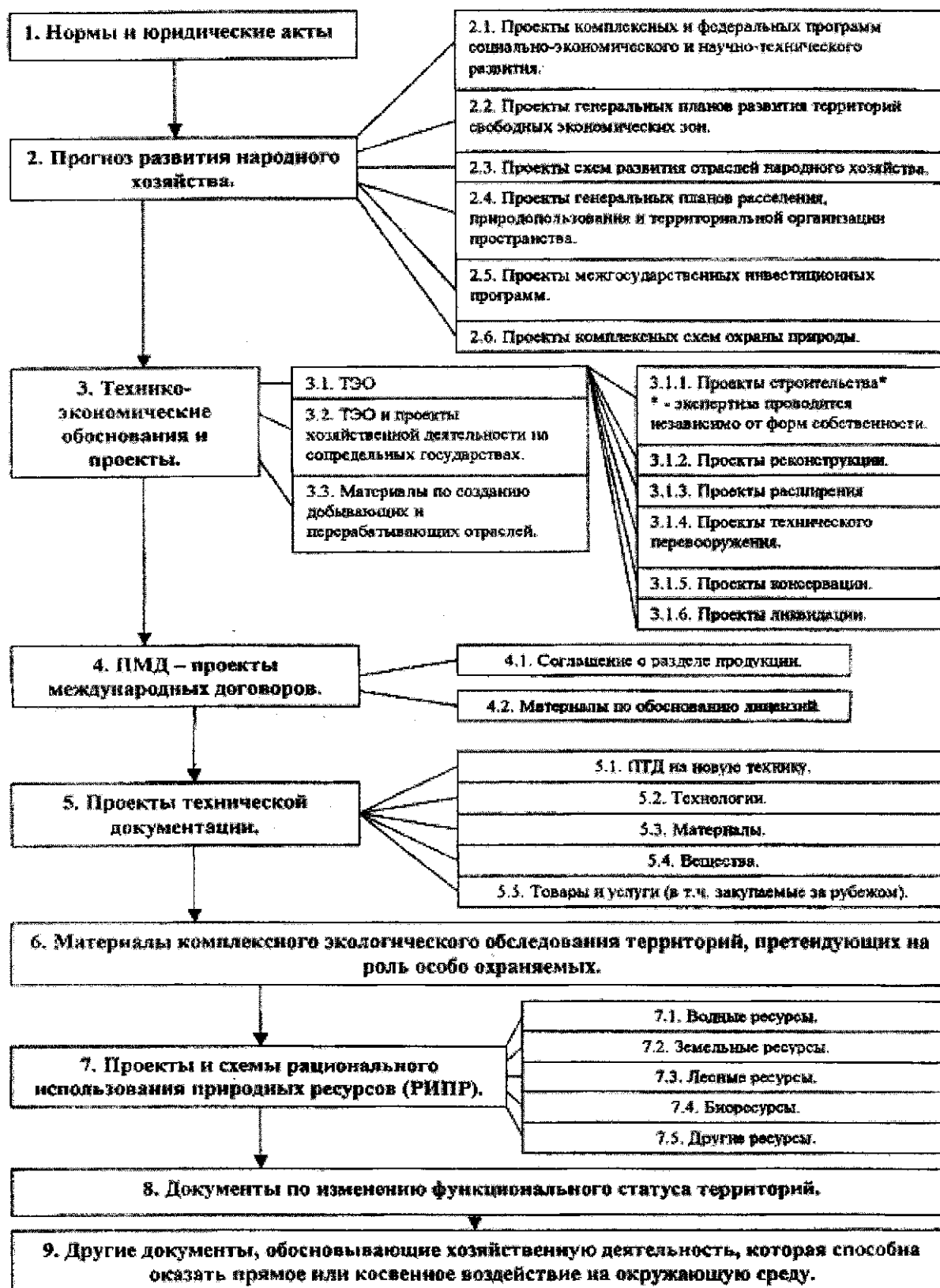


Рисунок 2 Основные этапы планирования (проектирования)

## хозяйственной деятельности

6. проекты генеральных схем расселения, природопользования и территориальной организации производительных сил Российской Федерации;

7. проекты схем расселения, природопользования и территориальной организации производительных сил крупных регионов и национально-государственных образований;

8. проекты межгосударственных инвестиционных программ, в которых участвует Российская Федерация, и федеральных инвестиционных программ;

9. проекты комплексных схем охраны природы Российской Федерации;

10. технико-экономические обоснования и проекты строительства, реконструкции, расширения, технического перевооружения, консервации и ликвидации организаций и иных объектов хозяйственной деятельности Российской Федерации и другие проекты независимо от их сметной стоимости, ведомственной принадлежности и форм собственности, осуществление которых может оказать воздействие на окружающую природную среду в пределах территории двух и более субъектов Российской Федерации, в том числе материалы по созданию гражданами и юридическими лицами Российской Федерации с участием иностранных граждан или иностранных юридических лиц организаций, объем иностранных инвестиций, в которые превышает пятьсот тысяч долларов;

11. технико-экономические обоснования и проекты хозяйственной деятельности, которая может оказывать воздействие на окружающую природную среду сопредельных государств, или для осуществления которой необходимо использование общих с сопредельными государствами природных объектов, или которая затрагивает интересы сопредельных государств, определенные "Конвенцией об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте";

12. материалы по созданию организаций горнодобывающей и перерабатывающей промышленности, предусматривающие использование природных ресурсов, которые находятся в ведении Российской Федерации;

13. проекты международных договоров;

14. документация, обосновывающая соглашения о разделе про-



дукции и концессионные договоры, а также другие договоры, предусматривающие использование природных ресурсов и (или) отходов производства, находящихся в ведении Российской Федерации;

15. материалы обоснования лицензий на осуществление деятельности, способной оказать воздействие на окружающую природную среду, выдача которых относится в соответствии с законодательством Российской Федерации к компетенции федеральных органов исполнительной власти;

16. проекты технической документации на новые технику, технологию, материалы, вещества, сертифицируемые товары и услуги, которые входят в перечень, утверждаемый федеральным специально уполномоченным государственным органом в области экологической экспертизы, в том числе на закупаемые за рубежом товары;

17. материалы комплексного экологического обследования участков территорий, обосновывающие придание этим территориям правового статуса особо охраняемых природных территорий федерального значения, зоны экологического бедствия или зоны чрезвычайной экологической ситуации, а также программы реабилитации этих территорий;

18. проекты схем охраны и использования водных, лесных, земельных и других природных ресурсов, находящихся в ведении Российской Федерации;

19. документация на изменение функционального статуса, вида и характера использования территорий федерального значения, в том числе материалы, обосновывающие перевод лесных земель в нелесные земли;

20. виды документации, обосновывающей хозяйственную и иную деятельность, которая способна оказывать прямое или косвенное воздействие на окружающую природную среду в пределах территорий двух и более субъектов Российской Федерации.

Кроме того, повторной экспертизе должны подвергаться проекты после доработки объекта экологической экспертизы, при изменении условий природопользования, при реализации объекта государственной экологической экспертизы с отступлениями от документации.

В случае внесения изменений в документацию, при истечении срока действия положительного заключения государственной экологической экспертизы, и в случае внесения в проектную или иную до-

кументацию изменений, после получения положительного заключения государственной экологической экспертизы, также должна проводиться повторная экологическая экспертиза.

### **Принципы экологической экспертизы**

В связи с большими возможностями экологической экспертизы в вопросах управления антропогенной деятельностью, экспертиза должна основываться на фундаментальных принципах.

Федеральный закон к таким принципам относит:

1. *презумпцию потенциальной экологической опасности* любой намечаемой хозяйственной и иной деятельности, экологическую безопасность проекта должны доказывать проектировщики или инициаторы хозяйственной деятельности;

2. *обязательность проведения государственной экологической экспертизы* до принятия решений о реализации объекта экологической экспертизы. Объект экспертизы не должен, не только строиться, но и финансироваться;

3. *комплексность оценки воздействия на окружающую природную среду* хозяйственной и иной деятельности и его последствий;

4. *обязательность учета требований экологической безопасности* при проведении экологической экспертизы;

5. *достоверность и полноту информации*, представляемой на экологическую экспертизу;

6. *независимость экспертов экологической экспертизы* при осуществлении ими своих полномочий в области экологической экспертизы;

7. *научную обоснованность, объективность и законность заключений* экологической экспертизы;

8. *гласность, участия общественных организаций (объединений), учета общественного мнения*;

9. *ответственность участников экологической экспертизы и заинтересованных лиц за организацию, проведение, качество экологической экспертизы.*

### **Порядок проведения экологической экспертизы**

Государственной экологической экспертизе подлежат конкретные объекты государственной экологической экспертизы (документация и материалы), определенные в соответствии со статьями 11 и

12 Федерального закона "Об экологической экспертизе".

Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации и его территориальные органы образуют экспертные комиссии государственной экологической экспертизы (далее именуется - экспертная комиссия) по каждому конкретному объекту государственной экологической экспертизы (далее именуется - объект экспертизы) как из внештатных экспертов, так и штатных сотрудников (специалистов) этого Министерства и его территориальных органов.

Перечень материалов, представляемых на государственную экологическую экспертизу, по объектам государственной экологической экспертизы, указанным в статьях 11 и 12 Федерального закона "Об экологической экспертизе", определяется нормативными актами Министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации, разработанными с учетом статьи 14 Федерального закона "Об экологической экспертизе" и в соответствии с требованиями, установленными для разработки соответствующих видов документации.

Обязательным условием принятия материалов на государственную экологическую экспертизу является наличие в них (в составе разделов объекта экспертизы или в виде приложений) данных по оценке воздействия на окружающую природную среду намечаемой хозяйственной и иной деятельности и экологическому обоснованию допустимости ее реализации.

Наличие в составе материалов по объекту экспертизы документов согласований (разрешений) Министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации или его территориального органа не может считаться заключением государственной экологической экспертизы по данному объекту.

Материалы по объектам экспертизы федерального уровня направляются заказчиком (физическим или юридическим лицом, представляющим материалы на государственную экологическую экспертизу) в Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации, а по объектам экспертизы уровня субъектов Российской Федерации - в его территориальные органы.

Объект экспертизы представляется в 2 экземплярах, другие материалы - в 1 экземпляре.

Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации и его территориальные органы имеют право в процессе проведения государственной экологической экспертизы запрашивать у заказчика дополнительную информацию, необходимую для оценки допустимости воздействия намечаемой деятельности на окружающую природную среду, в том числе данные специальных экологических исследований, результаты расчетов и анализов, иные материалы, необходимые для подготовки заключения государственной экологической экспертизы

### **Контрольные вопросы**

1. Приведите определения экспертизы, экологической экспертизы, государственной и общественной экологической экспертизы.
2. Расскажите о влиянии намечаемой хозяйственной деятельности на окружающую среду.
3. Какие объекты экологической экспертизы Вы знаете?
4. Перечислите основные этапы планирования (проектирования) хозяйственной деятельности.
5. Какие принципы экологической экспертизы Вы знаете?
6. Дайте краткую характеристику порядка проведения экологической экспертизы.

### **Библиографический список**

1. Положение о порядке проведения государственной экологической экспертизы. Постановление Правительства РФ № 698 от 11.06.1996.
2. Перечень нормативных документов, рекомендуемых к использованию при проведении государственной экологической экспертизы, а также при составлении экологического обоснования хозяйственной и иной деятельности. Приказ Госкомэкологии России № 397 от 25.09.1997.
3. Инструкция по экологическому обоснованию хозяйственной и иной деятельности. Приказ Минприроды России № 539 от 29.12.1995.
4. Руководство по экологической экспертизе предпроектной и проектной документации. Утв. Нач. Главгосэкоэкспертизы Минприроды России 10.12.93., М.: 1993.

# МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

2013 г.



## РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРЕ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

Методические указания к проведению практического занятия  
по дисциплинам «Экология», «Экология городской среды»,  
«Экология Курского края», «Техногенные системы и экологиче-  
ский риск», «Экспертиза безопасности» для студентов всех специ-  
альностей и направлений

Курск 2013

УДК 500.3

Составитель В.В. Протасов

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *А.В. Беседин*

**Расчет количества загрязняющих веществ в атмосфере при различных технологических процессах обработки материалов: методические указания к проведению практического занятия по дисциплинам «Экология», «Экология городской среды», «Экология Курского края», «Техногенные системы и экологический риск», «Экспертиза безопасности» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.В. Протасов. Курск, 2013. 14 с.: Библиогр.: с. 9.**

Представлена методика расчета выделения загрязняющих веществ в атмосфере при различных технологических процессах обработки материалов.

Предназначены для студентов всех специальностей и направлений, изучающих дисциплины «Экология», «Экология городской среды», «Экология Курского края», «Техногенные системы и экологический риск», «Экспертиза безопасности».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 5.04.13. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.  
Усл. печ. л. 0,81. Уч.-изд.л. 0,74. Тираж 30 экз. Заказ . Бесплатно.  
Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

**Цель работы:** приобретение, отработка и закрепление практических умений и навыков применения теоретических знаний при решении практических задач, связанных с расчетами выделения загрязняющих веществ в атмосфере при различных технологических процессах обработки материалов.

### Механическая обработка материалов

Характерной особенностью процессов механической обработки материалов является выделение твердых частиц (пыли), а при обработке материалов с применением смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) - дополнительно выделение аэрозоля СОЖ (нефтяные минеральные масла и различные эмульсии, уменьшающие выделение пыли на 85-90 %).

При обработке металлов и сплавов наилучшим вариантом, который используется для дальнейших расчетов и установления нормативов загрязнения атмосферы, считается тот, при котором химический состав пыли идентифицируется как оксиды соответствующих металлов.

При обработке заточных и шлифовальных станков наряду с пылью металлической, имеющей состав обрабатываемого материала (или оксидов, обрабатываемого материала), выделяется также пыль абразивная, по составу аналогичная материалу заточного (шлифовального) круга.

1. Максимально разовое выделение (в г/с) загрязняющего вещества (ЗВ) (пыли) от группы из  $m$  штук одновременно работающих станков определяется по формуле

$$G = \sum_{i=1}^m \frac{g_i k_i^{\text{СОЖ}}}{3600}, \quad (1)$$

где  $g_i$  - удельное выделение ЗВ при работе на  $i$ -м станке, г/ч;  $k_i^{\text{СОЖ}}$  - коэффициент, учитывающий применение (равно 0,15) или отсутствие (равно 1) СОЖ на  $i$ -м станке.

2. Валовое выделение (в т/год) ЗВ (пыли) от группы из  $m$  штук станков:

$$M = \sum_{i=1}^m g_i \cdot k_i^{\text{СОЖ}} \cdot T_i \cdot 10^{-6} = \sum_{i=1}^m g_i \cdot k_i^{\text{СОЖ}} \cdot t_i \cdot N_i \cdot 10^{-6}, \quad (2)$$

где  $T_i$  - суммарное время работы на  $i$ -м станке за год, ч/год;  $N_i$  - количество дней работы на  $i$ -м станке за год;  $t_i$  - время работы на  $i$ -м станке за день, ч.

3. Максимально разовое выделение (в г/с) аэрозоля СОЖ от группы из  $m$  штук одновременно работающих станков:

$$G^{COЖ} = \sum_{i=1}^m \frac{g_i^{COЖ} W_i^*}{3600}, \quad (3)$$

где  $g_i^{COЖ}$  - удельное выделение аэрозоля СОЖ при работе на  $i$ -м станке, г/кВт·ч;  $W_i$  - мощность электродвигателя  $i$ -го станка, кВт.

4. Валовое выделение (в т/год) аэрозоля СОЖ от группы из  $m$  штук станков определяется по формуле

$$M = \sum_{i=1}^m g_i^{COЖ} W_i^* \cdot T_i \cdot 10^{-6} = \sum_{i=1}^m g_i^{COЖ} \cdot W_i^* \cdot t_i \cdot N_i \cdot 10^{-6}, \quad (4)$$

где  $T_i$  - суммарное время работы на  $i$ -м станке за год, ч/год;  $N_i$  - количество дней работы на  $i$ -м станке за год;  $t_i$  - время работы на  $i$ -м станке за день, ч.

5. Если в справочных изданиях приводятся удельные нормы выделения ЗВ, отнесенные к единице массы материала, расчет удельного выделения, отнесенного к единице времени (в г/с), проводится по формуле

$$g = g^* p / (T_{пер} \cdot 3600), \quad (5)$$

где  $g^*$  - удельное выделение ЗВ, г/кг;  $p$  - количество перерабатываемого материала за цикл, кг/цикл;  $T_{пер}$  - длительность цикла переработки материала, ч/цикл.

### **Сварка, наплавка, пайка, электрогазорезка металлов**

Процессы сварки, наплавки и тепловой резки металлов сопровождаются выделением сварочного аэрозоля и газов, количество которых пропорционально расходу сварочных материалов (электродов, сварочной проволоки и т. п.), а при контактной электро-сварке - номинальной мощности применяемого оборудования.

Сварочные аэрозоль и аэрозоль, выделяющийся при газовой резке, преимущественно состоят из оксидов свариваемых (разрезаемых) металлов или компонентов сплавов (железа, марганца, хрома, титана и т. д.).

Применение для нагрева деталей тепла от сжигания горючих газов (ацетилена, пропан-бутановой смеси и т. п.) ведет к выделению оксидов азота и углерода в количестве, зависящем от вида процесса нагрева и расхода горючего газа.



1. Максимально разовое выделение (в г/с) ЗВ (компонентов сварочного аэрозоля и сопутствующих газов) от группы из  $m$  штук одновременно работающих сварочных постов (машин электроконтактной сварки) определяется по формуле

$$G = \sum_{i=1}^m g_i^* p / (T_{\text{пер}} \cdot 3600), \quad (6)$$

где  $g_i^*$  - удельное выделение ЗВ  $i$ -го поста, г/кг;  $p$  - количество использованного сварочного материала за время непрерывной работы (цикл)  $i$ -го поста, кг/цикл;  $T_{\text{пер}}$  - длительность цикла сварки  $i$ -го поста, ч/цикл; или

$$G = \sum_{i=1}^m g_i^* \cdot W_i / (50 \cdot 3600), \quad (7)$$

где  $g_i^*$  - удельное выделение ЗВ при работе  $i$ -й электроконтактной машины, г/ч на 50 кВт номинальной мощности машины;  $W_i$  - номинальная мощность  $i$ -й электроконтактной машины, кВт.

2. Максимально разовое выделение (в г/с) ЗВ (продуктов горения) от группы из  $m$  штук одновременно работающих горелок при сварке, наплавке, пайке или газорезке металлов определяется по формуле

$$G = \sum_{j=1}^m g_j^* p / (T_{\text{пер}} \cdot 3600), \quad (8)$$

где  $g_j^*$  - удельное выделение ЗВ  $j$ -й горелки, г/кг;  $p$  - количество использованного горючего газа за время непрерывной работы (цикл)  $j$ -й горелки, кг/цикл;  $T_{\text{пер}}$  - длительность цикла сварки  $j$ -й горелки, ч/цикл.

3. Максимально разовое выделение (в г/с) ЗВ (компонентов аэрозоля и сопутствующих газов) от группы из  $m$  штук одновременно работающих газовых резаков:

$$G = \sum_{i=1}^m g_i / 3600, \quad (9)$$

где  $g_i$  - удельное выделение ЗВ при работе  $i$ -го резака, г/ч.

4. Пересчет справочных значений удельных выделений ЗВ от газового резака можно провести по формуле

$$g = g^0 - L, \quad (10)$$

где  $g$  - удельное выделение ЗВ при работе резака, г/ч;  $g^0$  - удельное выделение ЗВ при работе резака, г/пог.м;  $L$  - производительность газового резака, пог.м/ч.

5. *Валовое загрязнение (в т/год) ЗВ* от группы из  $m$  штук сварочных постов (машин электроконтактной сварки) определяется по формулам:

$$M = \sum_{i=1}^m g_i^* \cdot P_i \cdot 10^{-6}, \quad (11)$$

где  $g_i^*$  - удельное выделение ЗВ  $i$ -го поста, г/кг;  $P_i$  - общее количество сварочного материала или горючего газа, использованного  $i$ -м постом за год, кг/год; или

$$M = \sum_{i=1}^m g_i^* \cdot W_i \cdot T_i \cdot \frac{10^{-6}}{50} = \sum_{i=1}^m g_i^* \cdot t_i \cdot W_i \cdot N_i \cdot \frac{10^{-6}}{50}, \quad (12)$$

где  $T_i$  - суммарное время сварки на  $i$ -й машине за год, ч/год;  $t_i$  - время сварки на  $i$ -й машине за день, ч;  $N_i$  - количество дней работы на  $i$ -й машины за год.

6. *Валовое выделение (в т/год) ЗВ* от группы из  $m$  штук газовых резаков:

$$M = \sum_{i=1}^m g_i \cdot T_i \cdot 10^{-6} = \sum_{i=1}^m g_i \cdot t_i \cdot N_i \cdot 10^{-6}, \quad (13)$$

где  $g_i$  - удельное выделение ЗВ  $i$ -го резака, г/ч;  $T_i$  - суммарное время работы на  $i$ -м станке за год, ч/год;  $t_i$  - время сварки на  $i$ -м станке день, ч;  $N_i$  - количество дней работы на  $i$ -м станке за год.

### Нанесение лакокрасочных материалов

Для нанесения на изделие защитных и декоративных покрытий используют различные шпатлевки, грунтовки, эмали и лаки, содержащие пленкообразующую основу (минеральные и органические пигменты, пленкообразователи и наполнители) и растворители или разбавители (преимущественно смеси легколетучих углеводородов ароматического ряда, эфиров, спиртов и т. п.).

Формирование покрытия на поверхности изделий заключается, как правило, в нанесении лакокрасочного материала (ЛКМ) и его сушке. При этом в воздух выделяются аэрозоль краски и пары компонентов растворителя, количество которых зависит от технологии окраски, производительности применяемого оборудования, состава ЛКМ и растворителей.

При распылении ЛКМ образуется аэрозоль краски, первоначальный состав которого идентичен составу наносимой смеси ЛКМ

с растворителем (разбавителем). Через определенное время растворитель из жидких капель аэрозоля переходит в газообразную фазу, и аэрозоль краски представляет смесь воздуха с твердыми частицами сухого остатка ЛКМ. От способа распыления зависит доля уноса краски в виде аэрозоля (нанесение покрытия при помощи кисти, методом окунания, обливом и подобным им процессом не сопровождаются образованием аэрозоля краски).

Исходный состав ЛКМ может разбавляться растворителями (разбавителями) до определенной вязкости в соответствии с требованиями технологии конкретных способов нанесения ЛКМ.

В связи с незначительным содержанием растворителей в шпатлевке учитывать их отдельно нецелесообразно, а рекомендуется включать в расход растворителей при окраске и сушке.

Расчет выделения ЗВ на участках (в цехах) окраски ведется отдельно для окрасочного аэрозоля (сухого остатка) и компонентов растворителей, для грунтовки, ручной покраски и послойного нанесения многослойных покрытий ЛКМ, а также для окраски и для сушки.

Общее валовое выделение летучих компонентов растворителей в соответствии с материальным балансом должен равняться расходу растворителей, разбавителей и летучей части исходных ЛКМ, использованных на рассматриваемом участке за соответствующий период времени (месяц, год). Общий валовый выброс летучих компонентов в атмосферу всех вентиляционных систем равен разнице между их общим валовым выделением и суммарным уловом этих компонентов в действующих газоочистных установках на рассматриваемом участке (цехе).

1. Валовое выделение (в т/год) аэрозоля краски в процессе окраски определяется по формуле

$$M_{\text{аэр}} = Z_{\text{кр}} \cdot \Delta_{\text{сух}} \cdot \delta_{\text{аэр}} \cdot 10^{-4}, \quad (14)$$

где  $Z_{\text{кр}}$  - количество израсходованного исходного ЛКМ, т/год;  $\Delta_{\text{сух}}$  - доля сухого остатка в исходном ЛКМ, %;  $\delta_{\text{аэр}}$  - доля ЛКМ, потерянного в виде аэрозоля, %.

Способ распыления	$\delta_{\text{аэр}}$ , %
Пневматическое	3,0
Безвоздушное	2,5
Пневмоэлектростатическое	3,5
Электростатическое	0,3

2. Валовое выделение (в т/год)  $i$ -го летучего компонента:  
в процессе окраски

$$M_i^{ок} = Z_{кр}(1 - \Delta_{сух} 10^{-2}) \cdot \psi_i^{кр} \cdot \beta^{ок} \cdot 10^{-4} + Z_{раст} \cdot \psi_i^{раст} \cdot \beta^{суш} \cdot 10^{-4}, \quad (15)$$

в процессе сушки

$$M_i^{суш} = Z_{кр}(1 - \Delta_{сух} 10^{-2}) \cdot \psi_i^{кр} \cdot \beta^{суш} \cdot 10^{-4} + Z_{раст} \cdot \psi_i^{раст} \cdot \beta^{суш} \cdot 10^{-4}, \quad (16)$$

где  $Z_{раст}$  - количество растворителя, израсходованного за год на разбавление исходного ЛКМ до требуемой вязкости, т/год;  $\psi_i^{кр}$  ( $\psi_i^{раст}$ ) - доля  $i$ -го компонента в летучей части исходного ЛКМ (в растворителе-разбавителе), %;  $\beta^{ок}$  ( $\beta^{суш}$ ) - доля растворителя, испаряющаяся за время окраски (сушки), %.

Способ распыления	$\beta^{ок}$ , %	$\beta^{суш}$ , %
Пневматическое	25	75
Безвоздушное	23	77
Пневмоэлектростатическое	20	80
Электростатическое	50	50

3. Максимальное разовое выделение (в г/с) ЗВ определяется для наиболее напряженного времени работы участка (печи), когда расходуется наибольшее количество ЛКМ, по формуле

$$G_i^{аэп} = M_{max} \cdot 10^6 / (3600 \cdot n \cdot t), \quad (17)$$

где  $M_{max}$  - валовое выделение  $i$ -го компонента растворителя (аэрозоля краски) за месяц наиболее напряженной работы ( $M_i^{ок}$ ,  $M_i^{суш}$ , или  $M_i^{аэп}$ ), т/месяц;  $n$  - число дней работы участка (печи) в этом месяце, дн./месяц;  $t$  - среднее чистое время работы (окраски, сушки) участка (печи) за день в наиболее напряженный месяц, ч/день.

**Задание 1.** Рассчитать валовое и максимальное разовое выделение загрязняющих веществ, попадающих в воздушную среду при механической обработке металлов на технологических участках по вариантам, приведенным в таблице 1. Как и на сколько изменятся выделение пылей, а также, какое количество ЗВ будет выделяться дополнительно при применении СОЖ на всех станках соответствующего производственного участка.

**Задание 2** Рассчитать валовое и максимальное разовое выделение загрязняющих веществ, попадающих в воздушную среду при

сварке, пайке, электрогазорезке материалов на технологических участках по вариантам, приведенным в таблицах 2-3.

**Задание 3.** Рассчитать валовое и максимальное разовое выделение загрязняющих веществ, попадающих в воздушную среду при нанесении ЛКМ на технологических участках по вариантам, приведенным в таблице 4.

### **Контрольные вопросы**

1 Загрязнение атмосферы и расчет загрязняющих веществ в атмосферу при механической обработки материалов.

2 Загрязнение атмосферы и расчет загрязняющих веществ в атмосферу при сварки, наплавки, пайки, электрогазорезки металлов.

3 Загрязнение атмосферы и расчет загрязняющих веществ в атмосферу при нанесении лакокрасочных материалов.

### **Список рекомендуемой литературы**

1. Инженерная защита окружающей среды: учебное пособие /под ред.О. Г. Воробьева. - СПб.: Издательство «Лань», 2002.

2. Лакокрасочные покрытия в машиностроении: справочник / под ред.М. М. Гольдберга. - М.: Машиностроение, 1974.

3. Каралюнец А. В. Основы инженерной экологии. Термические методы обращения с отходами: Учебное пособие./ А. В. Каралюнец, Т. Н. Маслова, В. Т. Медведев. - М.: Издательство МЭИ, 2000.

Таблица 1 Исходные данные по расчету выделения загрязняющих веществ при механической обработке металлов

Исходные данные	Вариант																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
-тип станков	Токарные						Фрезерные				Сверлильные				Шлифовальные			
- мощность двигателя, кВт	2,0	2,5	2,7	3,2	5,0	5,5	2,8	4,4	6,8	10,0	3,0	7,0	10,0	9,0	3,5	4,0	5,0	
- максимальное число станков, работающих одновременно, шт	11	23	20	7	14	22	18	16	14	13	15	24	18	20	14	13	12	
- в т.ч. работающих с СОЖ	3	17	15	6	10	12	12	9	14	5	4	21	4	16	12	6	10	
- удельное выделение пыли металлической	21,6 г/ч	21,6 г/ч	21,6 г/ч	21,6 г/ч	21,6 г/ч	21,6 г/ч	0,017 г/с	0,017 г/с	0,01 г/с	0,017 г/с	0,002 г/с	0,002 г/с	0,002 г/с	0,002 г/с	29,8 г/ч	29,8 г/ч	29,8 г/ч	
- удельное выделение эмульсола СОЖ на 1 кВт мощности двигателя, г/ч	0,0063													0,165				
- удельное выделение масляного тумана СОЖ на 1 кВт мощности двигателя, г/ч	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	30,0	30,0	30,0	
- время обработки материала на 1-м станке: часов за год	-	-	-	990	570	-	-	-	-	789	888	788	-	-	-	1020	-	900

Продолжение табл. 1

Исходные данные	Вариант																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
дней за год	189	245	300	-	-	134	127	203	-	-	-	90	107	133	-	190	-
часов за день	3	4	2,5	-	-	7	6	4	-	-	-	12	14	7	-	4,5	-
- обрабатываемый материал	Конструкционная сталь			Алюминиевый сплав				Инструментальная сталь				Латунь				Чугун	

Таблица 2 Исходные данные заданий по расчету выделения загрязняющих веществ при сварке, пайке, электрогазорезке материалов

Исходные данные	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-тип техпроцесса	Ручная дуговая электросварка									
-общее количество постов, шт.	12	9	11	14	15	4	6	8	12	10
-максимальное число постов, работающих одновременно, шт.	9	3	7	11	11	3	5	5	4	10
-выделяется ЗВ:	г/кг		г/кг				г/кг			
FeOx	11,41		21,00				10,49			
MnO	0,86		0,92				0,11			
HF	1,53		1,83				1,03			
Электроды (сварочная проволока)										
-марка	ОЗС-4		ОЗС-6		ЦЛ-17		ИАТ-1		ОЗЛ-7	
-средний расход за год на 1 пост, кг	710		1300		2350		750		380	
-расход за цикл сварки, кг	3	4	3	5	4	5	7	8	3	5
-длительность цикла сварки, ч	2	2	3	4	3	4	7	8	4	5

Продолжение табл. 2

Исходные данные	Вариант						
	11	12	13	14	15	16	17
-тип техпроцесса	Электроконтактная точечная сварка						
-общее количество постов, шт.	9	16	6	7	11	12	15
-максимальное число постов, работающих одновременно, шт.	7	11	3	3	10	9	13
-номинальная мощность машины, кВт	150	50	100	100	100	100	50
-выделяется ЗВ:	г/ч			г/ч			
FeOx	2,344			2,940			
MnO	0,011			0,019			
HF	0,012			0,066			
	Среднее время работы поста						
-часов за год	-	-	230	-	-	220	289
-дней за год	120	290	-	167	189	-	-
-часов за день	3	4	-	4	6	-	-

Таблица 3 Исходные данные заданий по расчету выделения загрязняющих веществ при сварке, электрогазорезке материалов

Исходные данные	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-тип техпроцесса	Газосварка									
-общее количество постов, шт.	5	9	7	11	8	9	6	12	14	10
-максимальное число постов, работающих одновременно, шт.	2	4	4	7	4	6	3	6	5	6
-материал	Тонколистовая сталь углеродистая низколегированная									
	Сварочная проволока									
-марка	Св-08Г2С	Св-10Х22СН7СТ	ЭП-215	Св-08ХГН2МТ						
-расход за цикл, кг	1,1	1,1	1,4	1,4	1,4	0,5	0,5	2	2	2



Продолжение табл. 3

Исходные данные	Вариант												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
-длительность сварки, ч	2	2	3	3	3	1,5	1,5	3,5	3,5	3,5			
Горючая газовая смесь: ацетилен-кислород													
-расход за цикл, кг	2,5	2,5	3,5	3,5	3,5	1,2	1,2	1,0	1,0	1,0			
-длительность цикла, ч	4	4	4	4	4	2	2	1,5	1,5	1,5			
-удельное выделение NOx, г/кг	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22			
Среднее время работы 1 поста													
-часов за год;	930	995	-	-	-	590	800	-	-	860			
-дней за год;	-	-	185	129	3	233	-	-	136	3	215	2	-
-часов за день			2			3.5							
Исходные данные	Вариант												
	11	12	13	14	15	16	17						
-тип техпроцесса	Газорезка												
-общее количество постов, шт.	4	4	6	5	4	4	3						
-максимальное число постов, работающих одновременно, шт.	2	4	2	2	4	3	3						
-материал	Качественная легированная сталь толщиной 10 мм												
Выделяющиеся ЗВ при газовой резке, г/ч													
-FeO	145,5		145,5		145,5		145,5						
-CrO	6,68		6,68		6,68		6,68						
-CO	55,2		55,2		55,2		55,2						
-NOx	43,4		43,4		43,4		43,4						
Среднее время работы 1 поста													
-часов за год	630	170	-	-	-	590	700						
-дней за год	-	-	189	213	203	-	-						
-часов за день			2	3	2,5								

Таблица 4 Исходные данные заданий по расчету выделения загрязняющих веществ при нанесении ЛКМ

Исходные данные	Вариант																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
-ЛКМ	Эмаль										Грунт						
-тип	НЦ-25				МЛ-029			МЛ-197			ГФ-017				ГФ-021		
-состав:																	
сухой остаток, %	34				33			38			22				25		
летучая часть:																	
а) бутиловый спирт, %	15				12			20			10				15		
б) уайт-спирит, %	85				88			80			90				85		
-израсходовано за год, т	1,5	1,2	0,6	0,8	0,5	4	5	14	16	22	5	6	12	7	66	45	40
- израсходовано за месяц напряженной работы, т	0,04	0,06	0,2	0,1	0,06	1,0	0,5	2,4	2,4	4,1	1	1	1,2	0,7	12	10	10,1
	Разбавитель																
-тип	№ 649			№ 646				№ 649			№ 647			№ 646			
-состав, %:																	
ксилол	50			45				50			50			45			
изобутиловый спирт	20			15				10			20			15			
этилцеллозольв	30			40				40			30			40			
-израсходовано за год, т	0,15	0,2	0,05	0,01	0,01	1	0,3	2,8	4,2	5,7	1	1,5	3,0	2,1	14,6	10	10
- израсходовано за месяц напр. работы, т	0,05	0,02	0,01	0,001	0,001	0,2	0,05	0,3	0,4	0,7	0,09	0,4	0,5	0,4	3	1,3	1,2
	Время работы участка в наиболее напряженный месяц																
-дней за месяц	21	22	24	23	20	21	17	23	23	24	21	9	21	18	19	21	19
-средн. за день (окр.), ч	1	5	4	4	3	3	2	3	7	4	1	1	5	12	7,5	1	5
-средн. за день (суш.), ч	2	8	4	6	6	4	2	6	5	6	2	2	6	6	4	2	5
-способ нанесения	пневмоэлектростатическое							безвоздушное			электростатическое						

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды



**ЭКСПЕРТИЗА НОРМАТИВОВ  
ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫХ ВЫБРОСОВ**

Методические указания к проведению практических занятий  
по дисциплине «Экспертиза проектов» для студентов  
специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности в  
техносфере»

Курск 2011

УДК 628.577

Составители: В.В. Протасов

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *А.В. Беседин*

**Экспертиза нормативов предельно допустимых выбросов:** методические указания к проведению практических занятий по дисциплине «Экспертиза проектов» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.В. Протасов Курск, 2011. 10с.; Библиогр.: с. 9.

Представлена методика расчета санитарно-защитной зоны и проекта нормативов предельно допустимых выбросов в атмосферу.

Методические указания к проведению практического занятия по дисциплине «Экспертиза проектов» для студентов специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 28.12. Формат 60x84 1/16.

Усл. печ. л. 0,52. Уч.-изд.л. 0,47. Тираж 30 экз. Заказ 224. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

**Цель занятия** - изучить методику расчета санитарно-защитной зоны и проекта нормативов предельно допустимых выбросов в атмосферу.

### ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В узком смысле слова загрязнение - внесение в какую-либо среду нехарактерных для нее физических, химических или биологических компонентов непосредственными объектами. Прямым загрязнением являются компоненты экотопа, косвенными - составляющие биоценоза.

Парсен предложил 1-ю классификацию загрязнений. Она включает тип загрязнения, его источник, последствия и меры контроля.

Он выделял следующие типы:

- 1) сточные воды.
- 2) минералы, неорганические кислоты и соли.
- 3) органические кислоты и соли.
- 4) твердые отходы.
- 5) вещества, имеющие питательную ценность для растений.
- 6) радиоактивные вещества.
- 7) носители инфекций.

По современной классификации загрязнения делятся на естественные и антропогенные.

Антропогенные различают на:

- 1) механическое загрязнение - загрязнение среды компонентами, оказывающие лишь механическое воздействие без физико-химических воздействий.
- 2) химическое загрязнение - изменение естественных химических свойств среды.
- 3) физическое загрязнение - тепловое, шумовое, световое, электромагнитное и радиоактивное.
- 4) биологическое загрязнение, - в котором можно выделить микробиологическое загрязнение.

Общее определение: *загрязнение окружающей среды* - внесение в ту или иную экосистему не свойственных ей живых или неживых компонентов или структурных изменений, прерывающих круговорот веществ, потоки энергии и информация. В последствии данная экосистема разрушается или снижается ее продуктивность. С этой точки

зрения теории помех загрязнение - комплекс помех в экосистеме, воздействующих на потоки энергии и информации в трофических цепях.

С точки зрения теории помех загрязнение можно разделить следующие категории:

1) ингредиентное вещество, количественно или качественно чуждое естественным биогеоценозам.

2) параметрическое - изменение качественных параметров окружающей среды, очень близко к физическому загрязнению.

3) биоценозическое - воздействие на состав и структуру популяции живых организмов.

4) стационально-деструкционные - изменения ландшафтов и экосистем в процессе природопользования.

Последствия зон:

1. в загрязнении есть нежелательный процесс потерь вещества, энергии, труда и средств, превращаемых в безвозвратные отходы, рассеиваемых в биосфере.

2. загрязнение снижает продуктивность, как отдельных экосистем, так и всей биосферы в целом.

3. загрязнение прямо или косвенно ведет к ухудшению физического и морального состояния человека.

Загрязнение имеет следствие необратимого разрушения, как отдельных экосистем, так и всей биосферы в целом, включая воздействие на глобальные физико-химические параметры среды.

#### **Классификация промышленных выбросов в атмосферу**

I) по организации отвода и контроля. Делятся на организованные и не организованные, выбросы через специальные воздухопроводы или шахты.

II) по температуре:

горячие:  $T_{\text{выбр.}} > T_{\text{окр.ср.}}$

холодные:  $T_{\text{выбр.}} = T_{\text{окр.ср.}}$

III) по принципу очистки.

Выбрасываемые без очистки, которые могут быть организованными или не организованными, выбрасываемые после очистки могут быть только организованными.

Очистка - отделение от газа или превращение в безвредное состояние загрязняющих веществ. Выбросы делятся на первичные и

вторичные. Первичные - непосредственно поступают в атмосферу от источника выброса. Вторичные - продукты преобразования первичных в атмосфере.

#### **Классификация источников загрязнения воздушной среды:**

1) по назначению.

а) технологические.

б) вентиляционные.

2) по месту расположения.

а) незатененные или высокие, расположенные в зоне не деформированного воздушного потока, их высота больше  $2,5 H$  здания.

б) наземные  $0 < H < 2m$

в) затененные от  $2,5 m$  до  $5H$  здания.

3) по геометрической форме

а) точечные (трубы, шахты).

б) линейные (открытые окна).

4) по режиму работы.

а) непрерывные.

б) периодические.

в) залповые (при авариях или сжигании быстро горючих отходов).

г) мгновенные (при взрывах).

5) по дальности распространения.

а) внутриплощадные, когда повышается концентрация загрязняющих веществ. Создается только на промышленных площадках.

б) внеплощадные, когда повышается концентрация загрязняющих веществ, создаются и в населенных пунктах.

Разработаны методы оценки выбросов в атмосферу и сбросов в водные потоки, наиболее часто встречающиеся в практике экологической экспертизы.

#### **Методика расчета предельно допустимых выбросов в атмосферу**

Оценку загрязнения вредными примесями воздушной среды проводят с использованием изложенной в ОНД-86 модели процесса переноса, по которой определяют максимальное значение каждой примеси при наиболее неблагоприятных климатических условиях:

$$C_m = \frac{AMFmm}{H^2 \sqrt{Q_0 \Delta T}} \quad (1)$$

где  $A$  - коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы;  $M$  (г/с) - масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени;  $F$  - безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе;  $m$  и  $n$  - коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выброса;  $H$  (м) - высота источника выброса над уровнем земли;  $\eta$  - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности, в случае ровной или слабопересеченной местности с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км,  $\eta=1$ ;  $\Delta T$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) - разность между температурой выбрасываемой газовой смеси  $T_2$  и температурой окружающего атмосферного воздуха  $T_a$ ;  $Q_1$  ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) - расход газовой смеси.

При вычислении средней концентрации потока газа реального промышленного источника необходимо также учитывать начальный подъем примеси  $\Delta H$  (м), определяемый ее скоростью выхода  $v$  (м/с), и перегревом  $\Delta T$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) относительно температуры окружающего воздуха  $T_a$ , а также радиусом устья трубы  $R_0$  (м). Тогда  $H$  представляет собой сумму  $\Delta H$  и геометрической высоты источника  $H_u$ :

$$\Delta H = \frac{1,5vR_0}{v_{\phi}} \left( 2,5 + \frac{3,3gR_0T}{T_a v_{\phi}^2} \right), \quad (2)$$

где  $v_{\phi}$  - скорость ветра на уровне флюгера.

$$v = \frac{4Q_1}{\pi D^2} \quad (3)$$

Для центральной части европейской территории РФ коэффициент  $A$  равен 120, среднего Поволжья и Урала - 160, Сибири и Дальнего Востока - 200.

Коэффициент, учитывающий скорость оседания для газообразных веществ и мелкодисперсных аэрозолей  $F=1$ , для пыли и золы  $F=2-3$ .

Коэффициент  $m$  определяется в зависимости от  $f$  по формулам:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}} \quad \text{при } f < 100 \quad (4)$$

$$m = \frac{1,47}{\sqrt[3]{f}} \quad \text{при } f \geq 100.$$

$$f = 1000 \frac{v^2 D}{H^2 \Delta T} \quad (5)$$

$$v_m = 0,65 \sqrt[3]{\frac{Q_1 \Delta T}{H}}, \quad n=1 \quad \text{при } v_m \geq 2 \quad (6)$$

$$n = 0,532v_m^2 - 2,13v_m + 3,13 \quad \text{при } 0,5 \leq v_m < 2 \quad (7)$$

$$n = 4,4v_m \quad \text{при } v_m < 0,5$$

Расстояние  $x_m$  (м) от источника выбросов, на котором приземная концентрация  $c$  ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ) при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения  $C_m$ , определяется по формуле

$$x_m = \frac{5-F}{4} dH, \quad (8)$$

где безразмерный коэффициент  $d$  при  $f < 100$  находится по формулам:

$$d = 2,48(1 + 0,28\sqrt[3]{f}) \quad \text{при } v_m \leq 0,5 \quad (9)$$

$$d = 4,95v_m(1 + 0,28\sqrt[3]{f}) \quad \text{при } 0,5 < v_m \leq 2 \quad (10)$$

$$d = 7\sqrt{v_m}(1 + 0,28\sqrt[3]{f}) \quad \text{при } v_m > 2 \quad (11)$$

Значение опасной скорости  $u_m$  (м/с) на уровне флюгера (обычно 10 м от уровня земли), при которой достигается наибольшее значение приземной концентрации вредных веществ  $c_m$ , в случае  $f < 100$  определяется по формулам:

$$u_m = 0,5 \quad \text{при } v_m \leq 0,5 \quad (12)$$

$$u_m = v_m \quad \text{при } 0,5 < v_m \leq 2 \quad (13)$$

$$u_m = v_m(1 + 0,12\sqrt{f}) \quad \text{при } v_m > 2 \quad (14)$$

При поступлении в воздух вредных веществ однонаправленного действия на ОС сумма их относительных концентраций не должна превышать единицы:

$$\sum_i \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \leq 1, \quad (15)$$

где  $C_i$  - фактическая концентрация вещества.

Предельно допустимый выброс (ПДВ) для одиночного источника

$$\text{ПДВ} = \frac{(\text{ПДК} - C_{\phi})H^2\sqrt[3]{Q_1\Delta T}}{AFm}, \quad (16)$$

где  $C_{\phi}$  - фоновая концентрация вредного вещества в приземном слое

воздуха - справочная величина либо принимаемая равной 1/3 ПДК.

С учетом известных данных повторяемости направления ветров и расчетного расстояния до места наблюдения максимальной концентрации  $x_m$  определяют расчетное расстояние от источников  $L_0$ , где концентрация веществ выше ПДК, и размеры защитной зоны

$$L = L_0(P/P_0), \quad (17)$$

где  $L_0$  - расчетное расстояние до места максимальной концентрации вещества  $C_m = C_i$ ;  $P$  - среднегодовая роза повторяемости ветров, %;  $P_0$  - повторяемость ветров одного румба, например, если сумма направлений - румбов ветра - равна 8, то  $P_0 = 12,5\%$ .

**Задача** Оценить выброс вредных веществ и определить санитарно-защитную зону предприятия, имеющего выброс вредных веществ (оксида азота, диоксида серы, оксида углерода) в количестве  $M$ (г/с) и объемом  $Q_j$ . Температура выбрасываемой смеси  $T = 220^\circ\text{C}$ , окружающей среды  $T_a = 20^\circ\text{C}$ . Выброс осуществляется источником с параметрами: высота  $H_i = 34$  м, диаметр  $D = 0,4$  м. Температура, скорость воздуха на уровне флюгера  $v_\phi = 7$  м. Предельно допустимые концентрации выбрасываемых веществ в атмосферном воздухе составляют для  $\text{NO}_{2\text{ м.р.}} = 0,2 \text{ мг/м}^3$ ;  $\text{SO}_{2\text{ м.р.}} = 0,2 \text{ мг/м}^3$ ;  $\text{CO}_{\text{ м.р.}} = 5 \text{ мг/м}^3$ .

**Отчет по практической работе должен содержать:**

1. Цель работы.
2. Краткую теоретическую часть (ответы на контрольные вопросы).
3. Подробный расчет практического задания, с построение санитарно-защитной зоны.
4. Выводы по работе.

#### Контрольные вопросы

1. Методика расчета максимального загрязнения вредными веществами приземного слоя атмосферы.
2. Методика расчета предельно допустимого выброса вредных веществ в атмосферу.
3. Понятие загрязнения окружающей среды.
4. Классификация промышленных выбросов в атмосферу.
5. Классификация источников загрязнения воздушной среды.

#### 6. Методика расчета санитарно-защитной зоны предприятия.

Таблица Исходные данные к задаче

№ варианта	M, г/с			Q <sub>j</sub> , м <sup>3</sup> /с	среднегодовая роза повторяемости ветров							
	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	CO		повторяемость ветров одного румба, %							
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ				
1.	7,14	2,3	8,0	1,6	14	20	13	8	5	11	17	12
2.	7,08	2,2	7,8	1,5	13	21	12	7	4	14	12	17
3.	7,02	2,0	7,6	1,4	12	20	10	4	8	13	10	23
4.	6,9	1,9	7,4	1,3	21	12	4	10	16	5	12	20
5.	6,8	1,8	8,1	1,6	25	25	23	3	5	6	4	9
6.	6,9	2,1	7,2	1,5	22	12	14	6	8	12	13	13
7.	6,8	2,2	7,0	1,4	27,9	14,1	17,7	5,1	9,7	6,7	9	9,8
8.	6,7	2,0	7,2	1,3	31	12,8	19,4	4,8	10,2	5,6	8,6	7,6
9.	6,6	1,9	8,2	1,6	34,1	11,5	21,1	4,5	10,7	4,5	8,2	5,4
10.	6,5	1,8	7,4	1,5	37,2	10,2	22,8	4,2	11,2	3,4	7,8	3,2
11.	6,4	2,3	8,0	1,4	40,3	8,9	24,5	3,9	11,7	2,3	7,4	1
12.	6,3	2,2	7,8	1,3	13	15	8	9	19	6	10	20
13.	6,2	2,0	7,6	1,6	9	6	4	14	21	8	20	18
14.	6,1	1,7	7,4	1,5	6	12	7	9	32	4	10	20
15.	6,0	1,6	8,1	1,4	11	13	21	20	14	7	9	5
16.	6,1	2,3	7,2	1,3	8	7	12	16	10	9	15	23
17.	6,2	2,2	7,0	1,6	10	32	4	13	11	4	12	14
18.	6,3	2,0	7,2	1,5	32	11	6	11	9	4	15	12
19.	6,9	2,4	8,2	1,4	20	14	8	12	11	7	11	17
20.	6,8	2,2	7,4	1,3	18	18	18	4	6	8	5	23

#### Библиографический список

1. ГН 2.1.6.1338-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест
2. Чижиков Ю.В. Экологическое сопровождение проектов
3. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86
4. ГОСТ 17.2.3.02-78 «Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями»

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Юго-Западный государственный университет»

(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

2013 г.



**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАЧИТЕЛЬНОСТИ  
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Методические указания к проведению практического занятия  
по дисциплине «Оценка воздействия на окружающую среду»  
для студентов направления подготовки  
022000.62 Экология и природопользование

Курск 2013



УДК 500.3

Составитель В.В. Протасов, В.В. Юшин, В.М. Попов

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *А.В. Беседин*

**Определение значительности экологических аспектов деятельности:** методические указания к проведению практического занятия по дисциплине «Оценка воздействия на окружающую среду» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.В. Протасов, В.В. Юшин, В.М. Попов. Курск, 2013. 13 с.: Библиогр.: с. 11.

Представлена методика идентификации и определения значительности воздействий экологических аспектов на окружающую среду.

Предназначены для студентов направления подготовки 022000.62 Экология и природопользование, изучающих дисциплину «Оценка воздействия на окружающую среду» дневной формы обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать                      Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 0,76. Уч.-изд.л.0,68. Тираж 30 экз. Заказ 156 . Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

**Цель занятия** – изучить методику идентификации и определения значительности воздействий экологических аспектов на окружающую среду.

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

*Экологический аспект* - элемент деятельности предприятия, его продукции или услуг, свидетельствующий о взаимодействии с окружающей средой (ОС).

*Значительный (приоритетный) экологический аспект* - экологический аспект, который оказывает или может оказать значительное воздействие на окружающую среду.

*Воздействие на ОС* - любое отрицательное или положительное изменение в окружающей среде, полностью или частично являющееся результатом деятельности предприятия, его продукции, услуг.

*Реестр экологических аспектов* - систематизированный перечень экологических аспектов деятельности предприятия, его продукции, услуг, включающий их характеристики и относительные приоритеты.

*Реестр значительных экологических аспектов* - свод экологических аспектов деятельности предприятия, ранжированных и выделенных на основе их приоритетности.

Последовательность идентификации экологических аспектов

Процедура идентификации экологических аспектов и связанных с ними воздействий на окружающую среду состоит из следующих этапов:

Идентификация вида деятельности, продукции, услуги. Выбранный вид деятельности, продукция или услуга должны быть достаточно широкомасштабными и представительными для данного предприятия и достаточно узконаправленными для однозначного толкования.

Идентификация конкретных источников воздействия на окружающую среду. Под конкретными источниками воздействия понимаются элементы деятельности, технологические процессы, оборудование, конкретные виды продукции, услуг и отходы.

Идентификация экологических аспектов, увязанных с идентифицированными источниками воздействия. Определение видов воз-

действий на окружающую среду, которые связаны с каждым экологическим аспектом – оцениваются как при нормальном режиме работы, так и в нештатных ситуациях, включая пуск, остановку оборудования, возможные аварийные ситуации и др.

Идентификация видов деятельности, процессов, источников загрязнения, продукции, услуг

Идентификация видов деятельности, процессов, источников загрязнения, продукции, услуг осуществляется по следующим направлениям:

*Основная производственная деятельность.* Сюда относятся все технологические процессы и выполняемые работы, связанные с добычей, транспортировкой и подготовкой сырья, осуществляемые в структурном подразделении. Необходимо учитывать максимально возможное количество источников загрязнения, процессов и работ, при осуществлении которых, как в нормальном режиме работы, так и при аварийных ситуациях могут возникать экологические аспекты, оказывающие или способные оказать воздействие (положительное или отрицательное) на окружающую среду.

*Вспомогательная производственная деятельность.* Здесь следует выделить работы, проводимые как самим предприятием, так и его подрядными организациями на объектах предприятия. Это могут быть следующие виды работ и технологических процессов: плановые капремонты, замена, строительство новых трубопроводов, ремонт и очистка промышленного и технологического оборудования, зданий, проведение технологических операций на скважинах и т.д.

*Материально-техническое обеспечение.* Сюда относятся такие источники воздействия, как транспортировка, хранение, погрузка и разгрузка сырья, материалов, реагентов, энергоносителей, обеспечение автотранспортом и спецтехникой.

*Административно-хозяйственная, социально-бытовая деятельность.* Включает использование средств автоматизации, расходных материалов, природных ресурсов, функционирование блока питания и т.д.

*Исследовательская деятельность.* Включает проведение различных видов исследований, таких как: лабораторные, геологические, геодинамические, аналитические исследования рабочих жидкостей, реагентов, нефти и т.д.

*Прошлые воздействия всех видов деятельности на окружающую*

*щую среду.* Прошлые, остаточные воздействия на окружающую среду реализованных процессов, выполненных работ как от деятельности сторонних, подрядных организаций, так и деятельности самого предприятия (например: нерекультивированные земли; почвы, загрязненные нефтепродуктами и др.).

*Воздействие окружающей среды на объекты деятельности.* Всевозможные природные явления и процессы, оказывающие воздействие на производственные объекты, технологию, материалы (оползни, эрозия почв, криогенные процессы, экстремальные природные явления и т.д.).

#### Идентификация экологических аспектов

Экологические аспекты делятся на два вида: элементы деятельности, которые оказывают прямое воздействие на окружающую среду и здоровье человека; элементы деятельности, которые оказывают косвенное воздействие на окружающую среду и здоровье человека.

К экологическим аспектам, оказывающим прямое воздействие на окружающую среду и здоровье человека, относятся: выбросы в атмосферу; сбросы сточных вод; образование отходов; водопотребление; аварийные разливы нефти; прошлое загрязнение почв нефтепродуктами; шум; вибрация; электромагнитное излучение; радиоактивность; хранение сырья, материалов и реагентов, в том числе опасных.

К экологическим аспектам, оказывающим косвенное воздействие на окружающую среду и здоровье человека, относятся: эффективность системы управления охраной окружающей среды; компетентность персонала в вопросах охраны окружающей среды; контроль и мониторинг воздействия на окружающую среду (наличие, достаточность, качество измерительного и контролирующего оборудования); потребление сырья и материалов; потребление энерго-ресурсов и др.

Идентификация видов воздействия экологических аспектов на окружающую среду

На этапе определения воздействия выявляются и определяются виды и характеристики воздействия видов деятельности (производства, услуг, отходов) на окружающую среду. При этом используются данные статистической отчетности, оценок воздействия на окружающую среду, расчетов предельно допустимых выбросов, сбро-

сов, экологической, энергетической паспортизации.

Воздействие на окружающую среду выявляется на качественном и количественном уровне в виде:

загрязнений атмосферного воздуха и почв от выбросов (газообразных, паровых, жидкостных, парожидкостных смесей, твердых частиц, загрязнений окружающей среды от излучений (электромагнитных, радиационных), тепловой энергии, шума, вибраций;

загрязнений водных объектов и почв от сбросов сточных вод, рабочих и технологических жидкостей в канализацию, водные объекты, на рельеф, в “амбары”, отстойники, подземные горизонты;

образования и загрязнения компонентов окружающей среды от твердых отходов, отправляемых на захоронение, на свалку, на переработку;

истощения поверхностных и подземных водных объектов от нерационального водопотребления;

загрязнение окружающей среды и истощение природных ресурсов от нерационального потребления энергоресурсов (электроэнергия, тепловая энергия, котельно-печное топливо, моторное топливо, сжатые и сжиженные газы).

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАЧИТЕЛЬНОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

### **Методика оценки экологических аспектов**

При выделении важнейших экологических аспектов предприятия каждый из идентифицированных экологических аспектов оценивается исходя из составляющих (критериев) масштабности, регулируемости, затратности и срочности.

Для оценки каждой из составляющих необходимо оценить приведённые ниже показатели. Из списка приведённых значений показателей по каждой составляющей необходимо выбрать один из трёх предлагаемых вариантов, наиболее близко характеризующих оцениваемый аспект. Бальная оценка, соответствующая выбранному варианту, будет являться оценкой величины, определяющей значимость аспекта по данному показателю.

Полученные значения показателей суммируются для каждой составляющей, в результате чего определяется значимость аспекта по данному критерию его воздействия на ОС.

По результатам суммарного значения каждого критерия (составляющей) аспекту присваивается символ, определяющий степень

воздействия аспекта на ОС: (М) – малое воздействие; (С) – среднее воздействие; (Б) – существенное воздействие.

Таким образом, у каждого аспекта может быть разный набор символов, определяющих его уровни воздействия на ОС.

Оценка интегральной (суммарной) приоритетности аспекта, характеризующегося разным набором символов, определяющих его уровни масштабности, регулируемости, затратности и степени срочности должна проводиться путем экспертного ранжирования.

При этом наиболее важными параметрами для сопоставления являются значения приоритетов по степени регулируемости (т.е. по степени соответствия природоохранным требованиям) аспекта и по степени затратности на снижение (ликвидацию) воздействия этого аспекта на ОС.

Выбор символа, характеризующего уровень интегрального воздействия на ОС должен осуществляться на основе практического опыта с привлечением квалифицированных специалистов.

#### ***Оценка масштаба воздействия***

1. Какова величина масштаба воздействия на ОС и здоровье населения?
 

локальный (в границах территории производственного объекта)	1
местный (в границах территории административного района места расположения объекта)	2
региональный (в границах административной области)	3
2. Валовые объемы образования загрязняющих веществ
 

незначительны (до 10% общего объема по объекту)	1
средние (до 50%)	2
значительные (более 80%)	3
3. Уровень опасности загрязняющих веществ
 

нетоксичны (4 класс – малоопасные; 5 класс – практически неопасные)	1
средний уровень токсичности (3 класс – умеренно опасные)	2
высокий уровень токсичности (1 класс – чрезвычайно опасные; 2 класс – высокоопасные)	3
4. Доля платежей в общей структуре платежей за загрязнение окружающей среды

Нет	1
до 50%	2
до 80%	3

5. Степень нагрузки на территорию (определяется по процентному соотношению площади занятой технологическим оборудованием к общей площади производственного объекта)

низкая (до 10%)	1
средняя (до 50%)	2
значительная (до 80% и выше)	3

### *Характеристика регулируемости воздействия*

1. Наличие разрешительной документации (ПДВ, ПДС, нормативы образования, лимиты размещения отходов)

наличие	1
отсутствие	2

выдача разрешительной документации на подобные виды воздействий не предусмотрена законодательством 3

2. Уровень отклонения рассматриваемого аспекта от установленных нормативов

соответствует нормативам	1
не соответствует нормативам	3

3. Соответствие требованиям природоохранительного законодательства

соответствует	1
не соответствует	3

4. Возможность обнаружения воздействия при визуальной, натурной оценке

обнаруживается при первом осмотре	1
обнаруживается по результатам единичных анализов	2
требует проведения специальных исследований	3

5. Продолжительность воздействия по времени

краткосрочное (до 24 часов)	1
средняя продолжительность (до 7 суток)	2

продолжительное по времени воздействия (более 7 суток) 3

***Затраты на снижение (ликвидацию) воздействия***

1. Средства, затраченные на возмещение ущерба ОС
  - не выплачивались 1
  - выплачивались в прошлой деятельности 2
  - выплачиваются систематически 3
2. Затраты на проведение исследований по воздействию
  - работы не проводились, затрат не было 1
  - работы проводились в прошлой деятельности 2
  - проводятся систематические исследования 3
3. Затраты на применение более совершенных технологий для ликвидации воздействия, снижения негативного влияния
  - затраты на применение новых технологий не требуются 1
  - применение возможно 2
  - требуется срочная замена технологий 3
4. Затраты на возмещение вреда здоровью людей
  - нет 1
  - выплачивались в прошлой деятельности 2
  - выплачиваются систематически 3
5. Затраты на проведение комплекса работ по восстановлению ОС до фонового состояния
  - не требуется 1
  - выплачивались в прошлой деятельности 2
  - требуется незамедлительное проведение комплекса работ 3

***Степень срочности снижения уровня воздействия***

1. Фоновое состояние окружающей среды
  - воздействие не влияет на фоновое состояние (не превышает установленные показатели, ПДК, ПДС) 1
  - оказывает незначительное влияние (единичные превышения установленных показателей, ПДК, ПДС) 2
  - вносит значительный вклад (систематическое превышение установленных показателей, ПДК, ПДС) 3



- |  |   |
|--|---|
| 2. Жалобы со стороны населения, общественности отсутствуют или единичные зарегистрированные случаи обращения   | 1 |
| систематические жалобы   | 2 |
| воздействие угрожает жизни и здоровью людей  | 3 |
| 3. Требования контролирующих органов не предъявляются  | 1 |
| предъявляются периодически (не более 2 раз в год)  | 2 |
| является постоянным объектом контроля (более 2 раз в год)  | 3 |
| 4. Требования персонала структурного подразделения из-за оказания влияния на технологическое оборудование, процессы, здоровье людей не предъявлялись | 1 |
| предъявлялись периодически (не более 2 раз в год)  | 2 |
| предъявляются постоянно (более 2 раз в год)  | 3 |
| 5. Состояние технологического оборудования   |   |
| изношенность оборудования 10% от установленного нормативного срока службы  | 1 |
| изношенность 60% от установленного нормативного срока службы   | 2 |
| изношенность более 100 % от установленного нормативного срока службы   | 3 |

Оценка значительности экологических аспектов по суммарному количеству баллов

Аспект оказывает малое (М) воздействие, если количественная величина значительности экологического воздействия оценивается значением от 5 до 7 баллов. Аспект оказывает среднее воздействие (С), если количественная величина значительности экологического воздействия оценивается значением от 7 до 11 баллов. Аспект оказывает существенное (Б) воздействие, если количественная величина значительности экологического воздействия оценивается значением от 11 до 15 баллов. Значительными являются аспекты, оказывающие по результатам оценки большое воздействие (Б) на окружающую среду.

## ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Произведите идентификацию видов деятельности, процессов, источников загрязнения, продукции, услуг, экологических аспектов, видов воздействия экологических аспектов на окружающую среду производства и дайте оценку значительности экологических аспектов по суммарному количеству баллов.

Наименование производства выдается студенту преподавателем индивидуально

**Отчет** по практическому заданию должен содержать:

1. Цель работы.
2. Краткую теоретическую часть.
3. Подробный расчет практического задания и заполненные формы исходной информации для реестра и реестра экологически значимых аспектов (приложение 1 и 2).
4. Вывод.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Исходя, из каких составляющих (критериев) оценивается значительности экологических аспектов?
2. Какова процедура идентификации экологических аспектов?
3. Как проводится оценка значительности экологических аспектов по суммарному количеству баллов?
4. Что подразумевается под понятиями: воздействие на окружающую среду, реестр экологических аспектов, экологический аспект?
5. По каким направлениям осуществляется идентификация видов деятельности, процессов, источников загрязнения, продукции, услуг?
6. Расскажите об идентификации видов воздействия экологических аспектов на окружающую среду?

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Международный стандарт ИСО 19011:2002 Руководящие указания по аудиту систем менеджмента качества и/или систем экологического менеджмента [Текст] Первое издание 01.10.2002г.
2. Международный стандарт ИСО 14001:2004 Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению [Текст] Второе издание 11.15.2004г.



**Сводный реестр значительных экологических аспектов**

Экологический аспект	Величина аспекта (т/год, г/сек, т, мг/м <sup>3</sup> , % и т.д.)	Основные источники образования, вкладывающие более 80% в величину аспекта (наименование и № цеха; наименование технологического процесса)	Фактическое и потенциально возможное воздействие на ОС	Интегральная значимость аспекта по критериям: масштабы, регулируемости, затратности и срочности регулирования
1	2	3	4	5

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды

УТВЕРЖДАЮ



Первый проректор

Проректор по учебной работе

— Е.А. Кудряшов

2013 г.

**Распространение шума на открытом воздухе.  
Акустический расчёт**

Методические указания к проведению практического занятия  
по дисциплинам «Экология городской среды», «Экология Курского  
края», «Техногенные системы и экологический риск», «Экспертиза  
безопасности», «Экологическая безопасность»  
для студентов всех специальностей и направлений

Курск 2013

УДК 504

Составители: В.В. Протасов

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *А.В. Беседин*

**Распространение шума на открытом воздухе. Акустический расчёт** [Текст]: методические указания к проведению практического занятия по дисциплинам «Экология городской среды», «Экология Курского края», «Техногенные системы и экологический риск», «Экспертиза безопасности», «Экологическая безопасность» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.В. Протасов. Курск, 2013. 14 с.: Библиогр.: с. 13.

Представлена методика акустического расчета распространения шума на открытой местности.

Предназначены для студентов всех специальностей и направлений, изучающих дисциплины «Экология городской среды», «Экология Курского края», «Техногенные системы и экологический риск», «Экспертиза безопасности», «Экологическая безопасность».

*Текст печатается в авторской редакции*

Подписано в печать *18.01.16*. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.  
Усл. печ. л. 0,81. Уч.-изд. л. 0,74. Тираж 30 экз. Заказ . Бесплатно.  
Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

**Цель работы:** Изучить источники шума, параметры шума, определить допустимых значений; сделать акустический расчёт.

#### Теоретические положения

*Шум* - беспорядочное сочетание звуков различной частоты и интенсивности (силы), возникающих при механических колебаниях в твердых, жидких и газообразных средах.

В зависимости от *физической природы* шум различают на:

- механического происхождения, возникающие при вибрации техники, одиночных или периодических ударах;
- аэродинамического происхождения, возникающие вследствие вихревых, колебательных, пульсационных процессов в газах, при истечении сжатого воздуха, пара и др.;
- электромагнитного происхождения, возникающие вследствие колебания элементов электромеханических устройств под действием переменных электромагнитных полей;
- гидродинамического происхождения, возникающие вследствие гидравлических ударов, кавитации, турбулентного течения жидкости и др.

По *частоте* шумы подразделяются на низкочастотные (максимум звукового давления в диапазоне частот ниже 400 Гц), средне-частотные (400-1000 Гц) и высокочастотные (свыше 1000 Гц).

В зависимости от *происхождения* различают шум бытовой, производственный, транспортный, авиационный, уличного движения и пр.

*Бытовой шум* возникает в жилых помещениях от работы теле- и радиоаппаратуры, бытовых приборов и поведения людей.

*Производственный шум* создается в производственных помещениях работающими механизмами и машинами. Источниками указанного шума служат промышленные предприятия, среди которых выделяются энергетические установки, компрессорные станции, металлургические заводы, строительные предприятия, создающие высокий уровень шума (более 90-100 дБ). Несколько меньший шум возникает при работе машиностроительных заводов (80 дБ), типографий, швейных фабрик, деревообрабатывающих комбинатов (72-76 дБ).

*Транспортный шум* является одним из наиболее опасных параметрических загрязнений ОС: 60-80 % шумов, наступающих человека в жилой застройке, создают транспортные средства.

В таблице 1 приводятся данные об источниках транспортного шума, которые свидетельствуют о весомом вкладе в него автомобилей.

Таблица 1 Источники транспортного шума

Источник транспортного шума	Уровень звука, дБ
Автомобильный транспорт	
Грузовой автомобиль	85-96
Легковой автомобиль	82-88
Автобус	80-95
Мотоцикл, мопед	86-108
Воздушный транспорт	
Вертолет	106
Турбовинтовой самолет	105-115
Реактивный самолет	110-122
Рельсовый транспорт	
Трамвай	75-96
Метро	89-83
Железнодорожный состав	80-100

Шум уличного движения представляет собой совокупность транспортного шума и всех звуков улицы (свистков регулировщиков дорожного движения, шуршания шагов пешеходов и т.д.). Транспортный шум, возникающий за счет движения автотранспорта, составляет до 80 % всего городского шума. В последние десятилетия уровень шума в крупных городах увеличился на 10-15 дБ. Транспортные потоки на районных магистралях вблизи крупных городов в часы пик достигают 2000 машин в час, на городских магистралях - до 6000 машин в час. Возрастание шума в больших городах связано с увеличением мощности и грузоподъемности транспорта, увеличением его скорости, с внедрением новых двигателей и т. п.

Под шумовым (акустическим) загрязнением понимают (Н. Ф. Реймерс, 1990г.) превышение естественного уровня шума и ненормальное изменение звуковых характеристик (периодичности, силы звука и т. п.) на рабочих местах, в населенных пунктах в других местах вследствие работы транспорта, промышленных устройств, бытовых приборов, поведения людей или других причин.

Естественные природные звуки на экологическом благополучии человека, как правило, не отражаются. Звуковой дискомфорт

создают антропогенные источники шума.

Естественный акустический фон не превышает 20-30 дБ. Научно-технический прогресс внес в этот фон свой «вклад». Характер воздействия одного и того же шума на человека и животных зависит от вида субъекта, от его возраста.

Высокие уровни шума (> 60 дБ) вызывают многочисленные жалобы» при 90 дБ органы слуха начинают деградировать, 120 дБ считается болевым порогом, а уровень антропогенного шума свыше 130 дБ - разрушительный для органа слуха предел. Замечено, что при силе шума в 180 дБ в металле появляются трещины, при 190 дБ вылетают заклепки.

Основные источники антропогенного шума - транспорт (автомобильный, рельсовый и воздушный) и промышленные предприятия. В настоящее время на автомобильных дорогах Москвы, Санкт-Петербурга и других крупных городов России уровень шума от транспорта в дневное время достигает 90-100 дБ и даже ночью в некоторых районах не опускается ниже 70 дБ (предельно допустимый уровень шума для ночного времени - 40 дБ).

Официальные данные свидетельствуют, что в России примерно 35 млн человек (или 30 % городского населения) подвержены существенному, превышающему нормативы, воздействию транспортного шума. От авиационного шума страдают несколько миллионов человек. При взлете самолетов наиболее шумных типов (Ил-76, Ил-86 и др.) авиационный шум с максимальным уровнем 75 дБ фиксируется на расстоянии более 10 км от аэропорта. В зонах, прилегающих к аэропортам, статистически достоверно увеличивается число мертворождений и врожденных аномалий развития детей. Авиационный шум ведет также к увеличению числа психических расстройств.

Шумовое воздействие в крупных индустриальных городах мира - одна из наиболее острых экологических проблем современности. Подсчитано, что свыше 130 млн человек населения объединенной Европы проживает в районах, где уровень шума более 65 дБ, а 400 млн подвергаются действию шума с уровнем более 55 дБ.

Ученые считают, что к шуму физически привыкнуть невозможно, можно лишь его субъективно не замечать. Это не снимает опасности (а даже ее усугубляет) разрушения органа слуха и других неблагоприятных последствий для здоровья и трудоспособности человека.

В этом аспекте следует отметить такое распространенное в среде современной молодежи явление, как «звуковое опьянение». Это возбуждение, возникающее в результате резонанса клеточных структур в ответ на громкие ритмичные звуки. Указанное опьянение по субъективным ощущениям подобно алкогольному опьянению и одурманиванию наркотиками.

Шум определяется по величине уровня звукового давления, измеряемого в дБ:

$$L_p = 10 \lg P/P_0, \quad (1)$$

где  $L_p$  – уровень звукового давления, дБ,

$P$  – звуковое давление источника, Па,

$P_0$  – пороговое значение звукового давления (порог слышимости на частоте 1000 Гц,  $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Па).

По СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» установлены допустимые уровни звукового давления на территории, непосредственно прилегающей к жилым домам в 8-ми октавных полосах частот (табл.2).

Таблица 2 – Допустимые уровни звукового давления на территории, непосредственно прилегающие к домам

Октавные полосы со среднегеометрическими частотами, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Уровни звукового давления, дБ с 23 до 7ч	67	57	49	44	40	37	35	33
с 7 до 23ч	75	66	59	54	50	47	45	44

Звуковые волны, распространяясь в атмосфере, затухают вследствие поглощения звуковой энергии из-за вязкости воздуха и по мере удаления от источника шума. Если на пути звуковых волн находятся полосы высоких (не менее 5м) лесонасаждений, то звук частично отражается от них, рассеивается на деревьях, поглощается рыхлой почвой и листвой.

Уровень звукового давления (дБ), создаваемого источником шума, на расстоянии  $r$  (м) от него определяется по формуле в 8 октавных полосах частот:

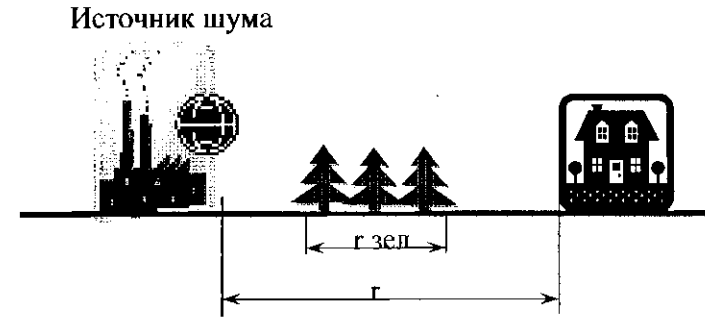


Рисунок 1 Распространение шума на открытом воздухе

$$L = L_p + 10 \cdot \lg \Phi - 10 \cdot \lg(2 \cdot \pi \cdot r^2) - \beta_a \cdot r - \beta_{\text{зел}} \quad (2)$$

$L$  – уровень звукового давления в расчётной точке, дБ;

$L_p$  – уровень звукового давления источника шума, дБ;

$\Phi$  – фактор направленности ( $\Phi=1$  при распространении шума во все стороны);

$r$  – расстояние от источника шума до расчётной точки, м;

$\beta_a$  – коэффициент поглощения звука в воздухе, дБ/м (табл.2);

$\beta_{\text{зел}}$  – снижение шума полосой лесонасаждений. дБ (формула 3);

$$\beta_{\text{зел}} = \beta_{\text{азел}} \cdot r_{\text{зел}} \cdot \frac{\sqrt[3]{f}}{8} \quad (3)$$

$\beta_{\text{азел}}$  – снижение уровня звука на 1м ширины лесополосы ( $\beta_{\text{азел}} = 0.08$  дБ/м);

$r_{\text{зел}}$  – ширина полосы лесонасаждений, м;

$f$  – частота, Гц.

Таблица 3 – Коэффициент поглощения звука в воздухе при относительной влажности 60% ( $\beta_a$ , дБ/м) в зависимости от температуры воздуха  $t$ , °С.

$t, ^\circ\text{C}$	Октавные полосы частот со среднегеометрическими частотами, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
30	0	0,0002	0,0009	0,003	0,0075	0,014	0,025	0,064
20	0	0,0003	0,0011	0,0028	0,0052	0,0096	0,025	0,083
10	0	0,0004	0,001	0,002	0,0039	0,01	0,035	0,125
0	0	0,0004	0,0008	0,0017	0,0049	0,017	0,058	0,156



Представление о размещении источников шума, его уровне и распространении в городе дает *шумовая карта*. По ней можно судить о состоянии шумового режима улиц, микрорайонов, всей городской территории. Карта шума города дает возможность регулировать уровень шума на жилой территории города, а также служит основой для разработки комплексных градостроительных мер по защите жилой застройки от шума.

При составлении карты шума города учитывают условия движения транспорта на магистральных улицах, интенсивность и скорость движения, количество единиц грузового и общественного транспорта в потоке, места размещения промышленных объектов, трансформаторных подстанций, внешнего транспорта, плотность жилищного фонда и т. д. Карта должна содержать сведения о типах возводимых зданий, о размещении лечебно-профилактических учреждений, научно-исследовательских институтов, парков. На карту города наносятся существующие источники шума с их уровнями, полученными путем натуральных измерений.

В современном градостроительстве накоплен целый комплекс архитектурно-планировочных методов снижения шума в жилой застройке. К их числу следует отнести приемы, способствующие как снижению шума, так и повышению звукоизолирующей способности ограждающих конструкций зданий и сооружений. Для реализации первого направления наряду с акустическими экранами, зелеными насаждениями, расположением транспортных потоков в выемках, используются шумозащитные дома, в которых на транспортную магистраль выходят окна нежилых помещений, а сам дом располагается по отношению к шумной магистрали так, чтобы за ним образовывалась зона акустической тени. Такие дома позволяют снизить шум на 15-20 дБА.

Как правило, архитектурная планировка, обеспечивающая акустический комфорт, предусматривает шумозащитное зонирование территории города с отделением транспортных магистралей промышленной зоной и торговыми предприятиями от жилого района.

Специальные территориальные разрывы дают возможность значительно снизить уровень шума на селитебных территориях. Санитарные нормы и правила предусматривают создание *санитарно-защитных зон* (СЗЗ) между производственными объектами, транспортными магистралями, аэродромами, морскими и речными порта-

ми и жилой застройкой. В пределах СЗЗ разрешается размещение экранирующих зданий нежилого назначения, в которых допускается уровень шума 56-60 дБА. Шумозащитные свойства домов-экранов достаточно высоки. Особенно эффективны протяженные здания типа торговых рядов. Они снижают транспортный шум на 20-30 дБА и надежно защищают внутриквартальную территорию. В зданиях-экранах можно располагать гаражи, мастерские, приемные пункты предприятий бытового обслуживания, столовые, кафе, рестораны, ателье, парикмахерские и т. д. Не следует только размещать в этой зоне аптеки, библиотеки и другие учреждения, в которых уровень шума не должен превышать 40 дБА.

Оптимальная планировка и застройка территории, способствующая снижению уровня шума, предусматривает рациональную трассировку транзитных магистралей, прокладку их за пределами населенных мест и мест отдыха; устройство кольцевых и полукольцевых автомобильных дорог и обходных железнодорожных линий в пригородных зонах городов с населением более 250 тыс. человек; локализацию интенсивных источников шума на рассматриваемой территории и отделение жилых зон, зон массового отдыха, туризма от промышленно-заводских зон и транспортных источников; вынос наиболее мощных источников шума за пределы рассматриваемой территории или, наоборот, вынос жилья из зоны повышенного шума.

Автомобильные магистрали I и II категорий и железнодорожные линии, создающие соответственно эквивалентный уровень шума 85-87 и 80-83 дБА, не должны пересекать территории пригородной зоны, где размещаются лесопарки, дома отдыха, пансионаты, детские лагеря и лечебные учреждения, санатории, вузы и научно-исследовательские институты. Дома отдыха необходимо размещать на расстоянии не менее 500 м от автодорог и промышленных предприятий и в 1 км от железной дороги.

Аэропорты следует размещать за пределами города, вне зон отдыха. Расстояние от границ взлетно-посадочных полос аэродрома до границ жилой территории зависит от класса аэродрома, пересечения трассы полета с жилой территорией и может колебаться в пределах от 1 до 30 км.

Для снижения шума в градостроительной практике применяют естественные экранирующие сооружения, основанные на использовании рельефа местности - выемки, насыпи, овраги и т. д.

При разработке проектов детальной планировки и застройки автомагистралей защитный эффект может быть достигнут с помощью зонирования жилой территории. В зоне, непосредственно примыкающей к магистрали, следует располагать невысокие здания нежилого назначения, в следующей зоне - малоэтажную жилую застройку, далее - жилую застройку повышенной этажности и в наиболее удаленной от магистрали зоне - детские учреждения, школы, поликлиники, больницы и т. п.

Таблица 4 Эффективность газо-шумовой настройки и элементов рельефа

Тип застройки	Снижение уровня	
	загрязнения, %	шума, ДБА
Сплошная девятиэтажная периметральная застройка	63	20-30
Периметральная девятиэтажная застройка с арками	40	12-20
Периметральная девятиэтажная застройка с разрывами	25	10-26
П-образная девятиэтажная застройка	50	18-22
Свободная девятиэтажная застройка (80-120 м от магистрали)	40	12-18
Расположение магистрали на насыпи	25	11
Расположение магистрали в выемке	68	15

Значительное снижение уровня шума достигается при замкнутом типе застройки. В условиях массовой застройки примагистральных территорий многоэтажными протяженными зданиями для защиты населения от транспортного шума целесообразно строительство специальных типов жилых домов. Окна спален и большинства жилых комнат должны быть ориентированы в сторону дворового пространства, а окна общих комнат без спальных мест, кухонь, лестнично-лифтовых узлов, веранд и галерей - в сторону магистральных улиц. Сохранить тишину в доме поможет не только планировка квартир, но и шумозащитные звукопроницаемые окна. В последние годы в решении этого вопроса достигнуты большие успехи благодаря применению специального акустического двойного (гашение

шума на 20 дБ) и даже тройного остекления (снижение шума на 30-40 дБ) с уплотнением притворов, введением звукопоглощения по контуру в межоконном пространстве, увеличением толщины воздушного промежутка. Кроме того, используют окна из тяжелого стекла с увеличенной звукоизоляцией. Звукоизолирующая способность акустического остекления достигает 45-50 дБА, что близко к звукоизоляции стен и обеспечивает акустический комфорт в помещениях.

Эффективными глушителями шума, создаваемого наземным транспортом, являются *зеленые насаждения городов*.

Эффект снижения шума в этом случае зависит от характера посадок, породы деревьев и кустарников, времени года, а также от силы шума, проходящего через насаждения. В среднем кроны деревьев поглощают до 25 % падающей на них звуковой энергии, и примерно 75 % этой энергии отражают и рассеивают. При прохождении акустической энергии через растительность уровень шума понижается пропорционально биомассе. При этом наибольшей шумозащитной способностью отличаются клен, тополь, липа, вяз.

Лучшими шумопоглощающими свойствами обладают многоярусные насаждения из нескольких древесных и кустарниковых пород. Для шумозащиты идеально подходят густые «непрозрачные» по вертикали полосы из нескольких рядов деревьев и кустарников. Высота деревьев должна быть не ниже 7 м. Усилить шумозащитные свойства насаждений можно путем посадки дополнительных плотных рядов деревьев, которые должны располагаться на таком расстоянии друг от друга, чтобы их кроны не смыкались.

Полоса насаждений шириной 200-250 м поглощает такое количество шума автомагистрали, что он не воспринимается как помеха, снижается до 35-45 дБ или соответствует количеству звука, который рассеивается на необлесенной территории на расстоянии 2 км от шоссе. Зеленая полоса шириной 100 м уменьшает шум не менее чем на 8 дБ. Хорошо развитые древесные и кустарниковые насаждения шириной около 40 м способны снизить уровень шума на 17-23 дБ, 30-метровая полоса с редкой посадкой деревьев - на 8-11 дБ, а небольшие скверы и редко посаженные внутриквартальные насаждения на 4-7 дБ. К сожалению, в зимний период, когда деревья и кустарники лишены листьев, защитная функция зеленых насаждений снижается в 3-4 раза.

*Организационные мероприятия.* К ним обычно относят: 1) рационализацию движения транспортных потоков; 2) запрещение звуковых сигналов, где это возможно; 3) ограничение времени и места движения грузовых автомобилей; 4) вынесение шумных предприятий, автовокзалов, автопредприятий, погрузочно-разгрузочных терминалов из спальных районов городов; 5) регламентацию времени функционирования шумных источников (например, известное запрещение включать громкую музыку после 23.00) и др.

*Организационно-технические мероприятия* связаны с проведением своевременного ремонта, смазки машин и оборудования и т. п.; ограничением или запрещением проведения шумных работ в ночное время. Значительное снижение шума достигается при замене подшипников качения на подшипники скольжения (шум снижается на 10-15 дБ), зубчатых и цепных передач клиноременными и зубчатоременными передачами, металлических деталей - деталями из пластмасс.

Для колесно-рельсового транспорта применяются технические способы снижения шума: звукопоглощающие колесные бленды, замена колодочных тормозов на дисковые и др.

#### **Исходные данные**

По своему варианту рассчитать уровни звукового давления в 8 октавных полосах частот в расчётной точке. Рассчитанные значения сравнить с допустимыми величинами по табл.2. В таблице 5 приведены уровни звукового давления, создаваемого источником шума, -  $L_p$ , дБ,  $r$  - расстояние от источника шума до расчётной точки,  $H_{зел}$  - ширина лесополосы,  $t$  - температура воздуха, относительная влажность воздуха - 60%.

#### **Контрольные вопросы**

1. Шум, его классификация по физической природе и происхождению.
2. Что такое шумовое загрязнение среды обитания? Каково происхождение «звукового опьянения»?
3. Дайте классификацию средств и методов шумозащиты.
4. Что понимают под гигиеническим нормированием уровня шума?

5. Что такое шумовая карта города? Какую информацию можно получить при ее изучении?

6. Охарактеризуйте шумозащитное зонирование населенных пунктов. Какова роль растительных посадок в борьбе с шумом?

7. Какую роль играют акустические экраны?

#### **Список рекомендуемой литературы**

1. Борьба с шумом на производстве: Справочник /Под ред. Е.Я.Юдина М.; Машиностроение. 1985. 400с.
2. Никитин Д.П., Новиков Ю.В. Окружающая среда и человек - М.: Выс. шк., 1986. 415с.
3. Денисов В.В. Экология города: учебное пособие М.: ИКЦ Март, 2008. 832с.
4. Экополис 2000: Экология и устойчивое развитие города: Материалы III Международной конференции. М. 2000.
5. Касимов Я.С. Курбатова Л. С. Экология города М.: Научный мир. 2004.

Таблица 5 - Уровни звукового давления, создаваемого источником шума.

Вариант	Уровни звукового давления $L_p$ , дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц.								г, м	$r_{зель}$ , м	t, °С
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
1	82	87	87	89	94	93	91	85	40	10	0
2	88	96	101	96	97	94	96	96	50	15	10
3	88	92	97	98	97	96	96	92	60	20	20
4	81	82	93	84	83	81	80	77	70	25	30
5	88	87	90	89	89	86	83	74	80	10	30
6	84	82	84	91	94	94	91	91	90	15	20
7	77	82	84	87	88	84	83	77	100	20	10
8	93	88	85	89	84	87	85	84	110	25	0
9	89	86	84	98	87	81	72	62	120	10	0
10	98	96	94	94	94	93	82	76	103	15	10
11	93	92	94	95	91	84	75	66	140	20	20
12	96	87	86	91	92	91	85	81	150	25	30
13	109	111	109	110	110	97	91	85	140	10	30
14	106	104	104	113	99	95	86	79	130	15	20
15	88	91	93	96	90	93	86	77	120	20	10
16	94	95	97	92	96	87	102	103	110	25	0
17	96	94	95	98	93	90	90	86	100	10	0
18	95	97	97	100	105	101	109	110	90	15	10
19	80	86	88	94	100	90	89	89	80	20	20
20	86	85	85	87	91	90	88	87	70	25	30

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

2013 г.



**ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ  
ПРИ РАЗРАБОТКЕ ОБОСНОВАНИЙ ИНВЕСТИЦИЙ**

Методические указания к проведению практического занятия  
по дисциплине «Оценка воздействия на окружающую среду»  
для студентов направления подготовки  
022000.62 Экология и природопользование

Курск 2013

УДК 500.3

Составители В.В. Протасов, В.В. Юшин, В.М. Попов

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *А.В. Беседин*

**Оценка воздействия на окружающую среду при разработке обоснований инвестиций: методические указания к проведению практического занятия по дисциплине «Оценка воздействия на окружающую среду» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.В. Протасов, В.В. Юшин, В.М. Попов. Курск, 2013. 31 с.: Библиогр.: с. 10.**

Представлен порядок проведения оценки воздействия на окружающую среду при разработке обоснований инвестиций.

Предназначены для студентов направления подготовки 022000.62 Экология и природопользование, изучающих дисциплину «Оценка воздействия на окружающую среду» дневной формы обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать                      Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.  
Усл. печ. л. 0,6 . Уч.-изд.л. 0,5 . Тираж 30 экз. Заказ 157 . Бесплатно.  
Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

**Цель работы:** изучить порядок проведения оценки воздействия на окружающую среду при разработке обоснований инвестиций в строительство, технико-экономических обоснований и/или проектов строительства, реконструкции, расширения, технического перевооружения, консервации или ликвидации хозяйственных и/или иных объектов и комплексов

## **ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) обусловлена объективными причинами заинтересованности людей в том, чтобы так организовать свою хозяйственную деятельность на территории, а также сохранить среду обитания и не подорвать основу существования человека, как биологического организма, социального индивида и духовной личности.

При проведении ОВОС должны быть решены следующие основные задачи:

- выявлены и проанализированы все возможные воздействия намечаемой деятельности на окружающую среду района реализации хозяйственного проекта;
- спрогнозированы и оценены изменений окружающей среды, которые произойдут в результате оказанных на нее воздействий в результате осуществления намечаемой деятельности;
- предсказаны и классифицированы по значимости экологические и связанные с ними социальные, экономические и другие последствия реализации хозяйственного проекта;
- учтены в подготавливаемых решениях возможные последствия их осуществления.

### **Основные термины и определения**

**Окружающая среда** - совокупность средообразующих компонентов (атмосферный воздух, вода, почвы, недра, животный и растительный мир, ландшафт), культурных и природных памятников, материальных объектов, оказывающих влияние на здоровье человека и условия его жизнедеятельности.

**Воздействие на окружающую среду** - сопровождающий хозяйственную и/или иную деятельность единовременный или периодический акт, либо постоянный процесс привнесения в окружающую среду и/или изъятия из нее любой материальной субстанции или энергии, приводящий к изменениям ее состояния.

**Изменение окружающей среды** - качественная или количественная

ная переменная (обратимая или необратимая) свойств средообразующих компонентов и/или сочетаний и соотношений в результате оказываемых на них воздействий.

**Последствия воздействия на окружающую среду** - осознаваемые отдельными людьми, определенными социальными группами или профессиональными сообществами изменения состояния окружающей среды, которые произошли или могут произойти под воздействием хозяйственной и/или иной деятельности и влияющие на здоровье и условия жизнедеятельности (экологические и связанные с ними социальные, экономические и другие последствия) человека в настоящем и будущем.

**Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС)** - структурированный процесс по учету экологических требований в системе подготовки и принятия решений о хозяйственном развитии.

*Инициатор* - юридическое или физическое лицо, заявившее о намерении осуществить строительство нового, реконструкцию, расширение, техническое перевооружение, консервацию или ликвидацию объекта хозяйственной и/или иной деятельности на конкретной территории и обладающее необходимыми для этого материальными, финансовыми и другими ресурсами.

*Заказчик* - юридическое лицо, осуществляющее по поручению инициатора подготовку и реализацию намечаемой хозяйственной и/или иной деятельности.

**Обосновывающая документация** - предпроектная, проектная и иная документация, содержащая совокупность решений по объекту и их обоснования.

**Решения по объекту** - технические, организационные и другие решения заказчика и органов власти и управления, направленные на создание условий для строительства, реконструкции, расширения, технического перевооружения, консервации или ликвидации хозяйственного и/или иного объекта.

**Реконструкция** - переустройство существующих цехов, объектов производственного, вспомогательного и обслуживающего назначения, как правило, без расширения имеющихся зданий и сооружений основного производственного назначения, связанное с совершенствованием производства и повышением его технико-экономического уровня на основе достижений научно-технического прогресса и осуществляемое по комплексному проекту на предприятие в целом с увеличением про-



изводственных мощностей, улучшением качества и изменения номенклатуры продукции в основном без увеличения численности работающих при одновременном улучшении условий их труда и охраны окружающей среды. При реконструкции действующих предприятий может осуществляться расширение отдельных зданий производственного назначения в случаях, когда новое высокопроизводительное и более совершенное по техническим показателям оборудование не может быть размещено на существующих площадях, строительство новых и расширение существующих цехов и объектов вспомогательного и обслуживающего назначения в целях ликвидации диспропорций, а также строительство новых зданий и сооружений взамен ликвидируемых того же назначения.

**Расширение** - строительство очередей предприятий на объекте, не предусмотренные первоначальным проектом, дополнительных производственных комплексов и производств, а также строительство новых и расширение существующих отдельных цехов и объектов производственного, вспомогательного и обслуживающего назначения на территории действующих предприятий или примыкающих к ним площадках, по первоначальному или переутвержденному в установленном порядке проекту с целью создания дополнительных или новых производственных площадей. Строительство филиалов и производств, входящих в состав действующих объединений и предприятий, которые не будут находиться на самостоятельном балансе, относится к расширению действующих предприятий.

**Техническое перевооружение** - комплекс мероприятий по повышению технико-экономического и организационного уровня отдельных производств, цехов и участков на основе внедрения передовой техники и технологии, механизации и автоматизации производства, модернизации и замене устаревшего и изношенного оборудования, по совершенствованию объектов природоохранного, вспомогательного и обслуживающего назначения, как правило, без расширения их площадей, осуществляемых по проектам и сметам на отдельные объекты или виды работ, разрабатываемым в соответствии с планами технического перевооружения предприятий, объединений, акционерных обществ и соответствующей отрасли, с целью повышения эффективности производства, улучшения качества и увеличения объема выпуска продукции. При техническом перевооружении действующих предприятий могут осуществляться частичные перестройка и расширение существующих

площадей, зданий и сооружений, обусловленные габаритами размещаемого нового оборудования, и расширение существующих или строительство новых объектов вспомогательного производства, если это вызвано проводимыми мероприятиями по техническому перевооружению.

**Требования экологические** - закрепленные в законодательных и/или иных нормативных правовых актах Российской Федерации, субъектов Российской Федерации, актах органов государственного управления, международных договорах общие нормы, соблюдение которых позволяет вырабатывать экологически обеспеченные решения по организации и ведению хозяйственной и/или иной деятельности и тем самым предупредить ее неприемлемые экологические и связанные с ними социальные, экономические и другие последствия.

**Условия экологические** - количественные и качественные ограничения по созданию и эксплуатации объектов хозяйственной и/или иной деятельности, установленные с учетом экологических требований, социально-экономической и экологической ситуации, а также природных особенностей территории, где намечена или ведется эта деятельность.

*Исполнитель ОВОС* - юридическое или физическое лицо, приглашенное заказчиком для выполнения обязательных этапов, процедур и операций ОВОС при разработке решений по объекту (как правило, к ним относятся, кроме самого заказчика, разработчик решений по объекту, научно-исследовательские и изыскательские организации, подрядчик работ по ОВОС и т.д.).

*Участник ОВОС* - юридическое или физическое лицо, вовлекаемое заказчиком в процесс ОВОС при подготовке решений по объекту хозяйственной деятельности, действия которого осуществляются в соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации, субъекта Российской Федерации, ведомственных нормативных актов.

*Общественность* - несколько физических или юридических лиц, общественные организации и/или объединения, чьи профессиональные, групповые, жизненные и/или другие интересы затрагиваются или могут быть затронуты при реализации решений по объекту хозяйственной деятельности, воздействующей на окружающую среду.

## **ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

Порядок проведения ОВОС при разработке решений по объекту

хозяйственной и/или иной деятельности состоит в осуществлении пяти последовательно выполняемых этапов:

### **Этап 1. Подготовка "Проекта заявления о воздействии на окружающую среду"**

Целью проведения этапа 1 является формирование на стадии обоснования инвестиций необходимой экологической информации для выработки органами власти решения по вопросу о:

предварительном согласовании или резервировании земельного (ых) участка (ов) для инициатора/заказчика под строительство нового объекта хозяйственной деятельности;

возможности дальнейшей проработки замысла инициатора по реконструкции, расширению, техническому перевооружению, консервации или ликвидации объекта.

#### *Основные задачи:*

предварительное выявление вероятных воздействий на окружающую среду, которые могут иметь место при реализации решений по объекту;

предварительное выявление возможных неприемлемых экологических и связанных с ними социальных, экономических и других последствий реализации решений по объекту;

формирование проекта Перечня экологических условий для выработки решений по объекту на стадии ТЭО/проект строительства;

подготовка предложений к проектам Программ изысканий и научных исследований, осуществляемым для обеспечения разработки ТЭО/проекта строительства объекта.

Схема этапа 1, состав, источники получения входных и потребители выходных документов приведены в Приложение 3.

Исполнителями этапа 1 являются заказчик, разработчик решений по объекту (проектировщик), подрядчик/субподрядчики ОВОС, органы государственного управления.

Участниками этапа 1 являются органы власти, общественность/население.

### **Этап 2. Подготовка "Заявления о воздействии на окружающую среду"**

Целью проведения этапа 2 является:

создание предмета обсуждения с общественностью решений по объекту;

выбор оптимального варианта проектных и других решений по объекту, исходя из экологической ситуации в районе предложенного для нового строительства или имеющегося земельного участка (в случае реконструкции, расширения, технического перевооружения, консервации или ликвидации предприятия).

*Основные задачи:*

дополнение и конкретизация экологической и другой необходимой информации, полученной на этапе 1;

учет дополнительной информации при проектировании объекта хозяйственной деятельности;

формирование проекта Перечня экологических условий для завершения / выработки

и реализации решений по объекту по выбранному варианту.

Схема этапа 2, состав, источники получения входных и потребители выходных документов приведены в Приложении 5.

Исполнителями этапа 2 являются заказчик, разработчик решений по объекту (проектировщик), подрядчик/субподрядчики ОВОС.

**Этап 3. Проведение общественных слушаний решений по объекту**

Общественные слушания проводятся в целях уточнения, изменения и дополнения:

решений по объекту по выбранному варианту;

проекта Перечня экологических условий для завершения выработки и реализации решений по объекту по выбранному варианту на данном земельном участке (площадке).

*Основные задачи:*

выявление (или уточнение выявленных ранее) интересов общественности в районе намечаемой хозяйственной деятельности, а также возможных (реальных) экологических и связанных с ними социальных, экономических и других последствий осуществления решений по объекту по выбранному варианту;

поиска взаимоприемлемых вариантов решений (в том числе и проектных) по объекту, позволяющих предотвратить неблагоприятные последствия в районе их реализации на данном земельном участке.

Схема этапа 3, состав, источники получения входных и потребители выходных документов приведены в Приложении 6.

Исполнителями этапа 3 являются заказчик, разработчик решений

по объекту (проектировщик), подрядчик/субподрядчики ОВОС, органы государственного управления.

Участниками этапа 3 являются органы власти и общественность/население.

#### **Этап 4. Согласование Минприроды России Перечня экологических условий для завершения выработки и реализации решений по объекту хозяйственной деятельности**

Целью проведения этапа 4 является:

*для заказчика* - получение согласия Минприроды России с экологическими условиями завершения выработки и реализации решений по объекту на данной площадке;

*для Минприроды России* - создание предмета экологического контроля над соблюдением заказчиком экологических требований и условий при осуществлении хозяйственной и/или иной деятельности.

*Основные задачи:*

согласование проекта Перечня экологических условий для завершения выработки и реализации решений по объекту;

подготовка Минприроды России документа о согласовании Перечня экологических условий для завершения выработки и реализации решений по объекту на данной площадке.

Схема этапа 4, состав, источники получения входных и потребители выходных документов приведены в Приложении 7.

Исполнителями этапа 4 являются Минприроды России, специально уполномоченные государственные органы Российской Федерации в области использования и охраны отдельных видов природных ресурсов, заказчик, разработчик решений по объекту (проектировщик), подрядчик ОВОС.

#### **Этап 5. Оформление результатов проведения ОВОС**

Целью проведения этапа 5 является:

представление заказчику, органам власти государственного управления документации, подтверждающей учет экологического фактора в решениях по объекту намечаемой хозяйственной деятельности.

*Основные задачи:*

комплектование документов, полученных при проведении ОВОС, для включения их в состав обоснования инвестиций, ТЭО/проекта строительства объекта;

представление их заказчику перед утверждением обосновывающей

документации.

Схема этапа 5, состав, источники получения входных и потребители выходных документов приведены в Приложении 8.

Исполнителями этапа 5 являются подрядчик ОВОС, разработчик решений по объекту (проектировщик), заказчик.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие задачи решаются при проведении ОВОС?
2. Раскройте определения окружающая среда (ОС) и воздействие на окружающую среду.
3. Приведите определения изменения ОС, последствие воздействия на ОС и ОВОС.
4. Раскройте определения экологические требования и условия.
5. Расскажите в чем отличия в решении по объекту, реконструкции, расширении и техническом перевооружении.
6. Как взаимосвязаны между собой инициатор, заказчик, исполнитель, участник ОВОС и общественность.
7. Какова схема основных этапов проведения ОВОС?
8. Дайте краткую характеристику каждого этапа проведения ОВОС.
9. Какова последовательность этапов проведения ОВОС в соответствии со стадиями процесса выработки решений по объекту?
10. Какова схема этапа подготовки проекта Заявления о воздействии на окружающую среду (ЗВОС)?
11. В чем заключается процедура формирования проекта ЗВОС?
12. Какова схема этапа подготовки Заявления ЗВОС?
13. Какова схема этапа проведения общественных слушаний решений по объекту?
14. Какова схема этапа согласования Минприроды России проекта Перечня экологических условий для завершения выработки и реализации решений по объекту?
15. Какова схема этапа оформления результатов проведения ОВОС?

### **Библиографический список**

1. Руководство по проведению оценки воздействия на окружающую среду при разработке обоснований инвестиций в строительство, технико-экономических обоснований и/или проектов строительства, реконструкции, расширения, технического перевооружения, консерва-

ции или ликвидации хозяйственных и/или иных объектов и комплексов [Текст] Международный центр обучающих систем. Департамент методологии оценки воздействия на окружающую среду Москва, 1996.

2. Закон Российской Федерации "Об охране окружающей природной среды" (1991).

3. Федеральный закон "Об экологической экспертизе" (1995г).

4. Земельный Кодекс Российской Федерации (1992 г).

5. Положение "Об оценке воздействия на окружающую среду в Российской Федерации". Утверждено приказом Минприроды России от 18.07.94 N 222.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

## ПРОЕКТНАЯ И ПРЕДПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Ходатайство о предварительном согласовании места размещения объекта	Утверждение Акта выбора площадки (трассы)	Утверждение проектной документации
Уведомление о намерениях	Проект Перечня экологических условий для выработки решений по объекту (на стадии ТЭО/проект строительства) по выбранной альтернативе	Перечень экологических условий для завершения выработки и реализации решений по объекту (на стадии ТЭО/проект строительства) по выбранному варианту

Подготовка проекта Заявления о воздействии на окружающую среду (этап 1)	Подготовка Заявления о воздействии на окружающую среду (этап 2) Проведение общественных слушаний решений по объекту (этап 3) Согласование Минприроды России Перечня экологических условий для завершения выработки и реализации решений по объекту (этап 4) Оформление результатов проведения ОВОС (этап 5)	стадия 3
стадия 1	стадия 2	стадия 3 <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px 5px;">1</span>

*Подбор и обоснование выбора земельного участка*

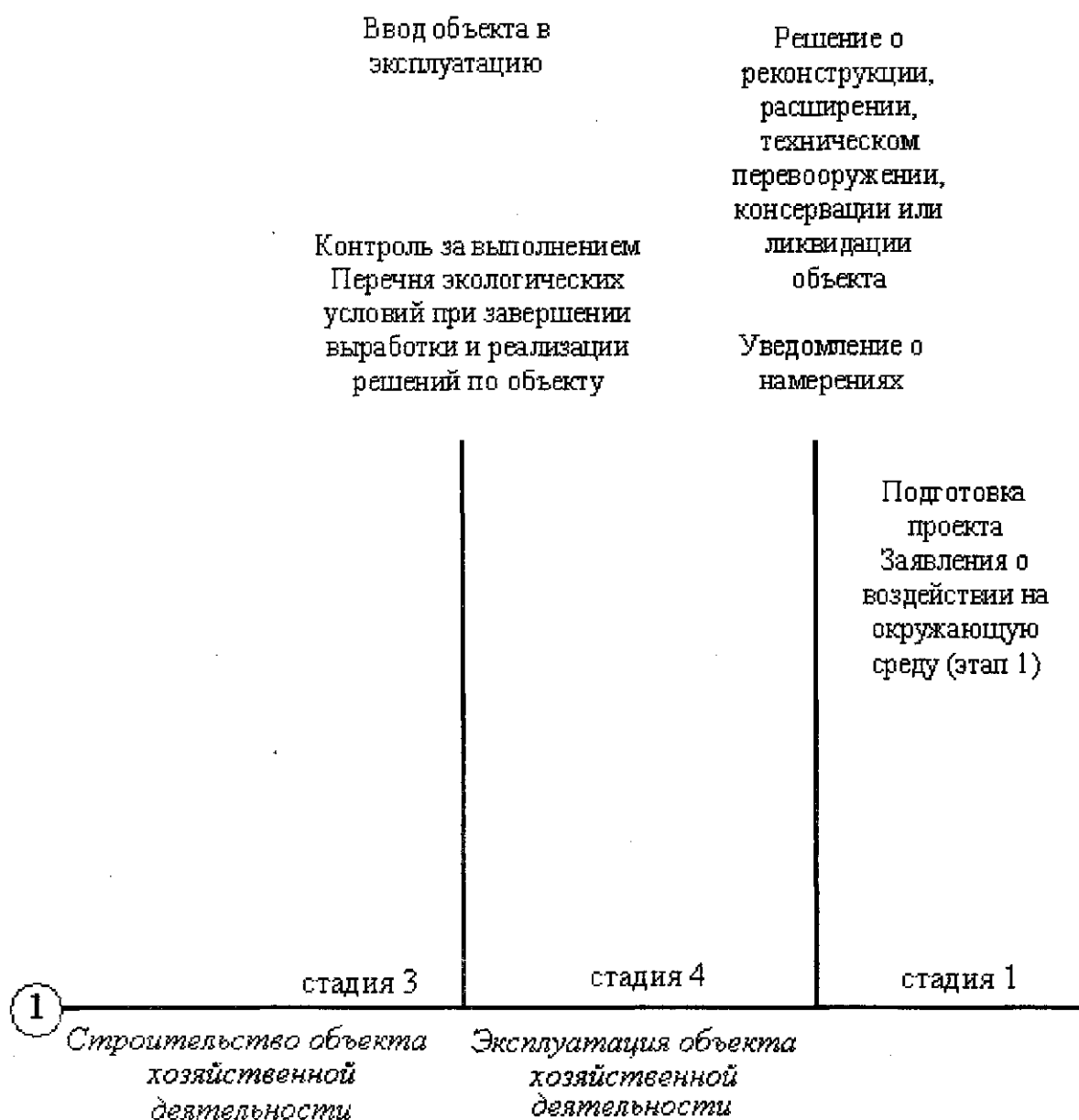
*Проектирование объекта хозяйственной деятельности*

Предварительная стадия выработки решений по объекту - Обоснование инвестиций (Стадия 1)

Окончательная стадия выработки решений по объекту - ТЭО/проект строительства - рабочий проект (Стадия 2)



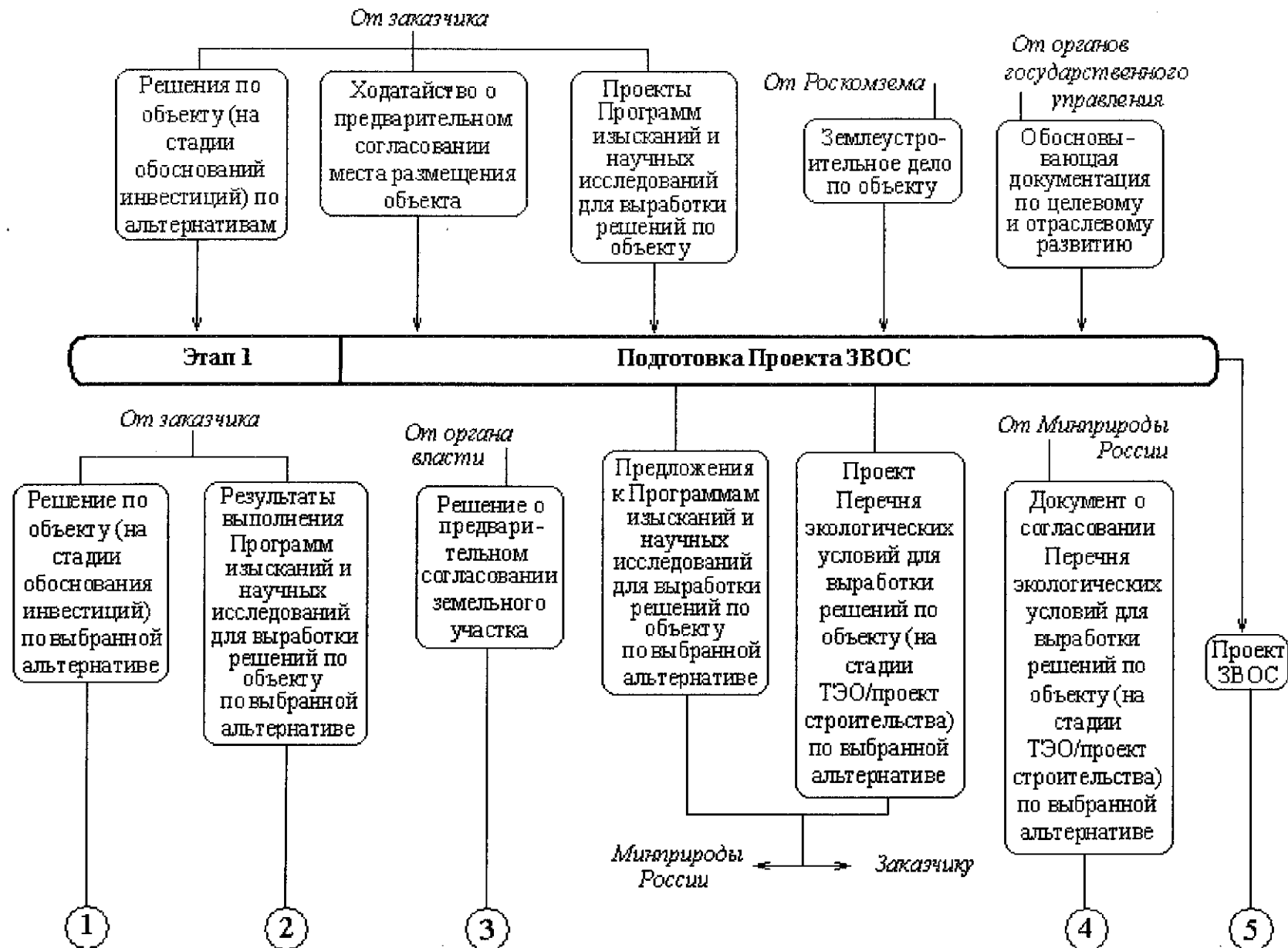
## Продолжение прил. 1



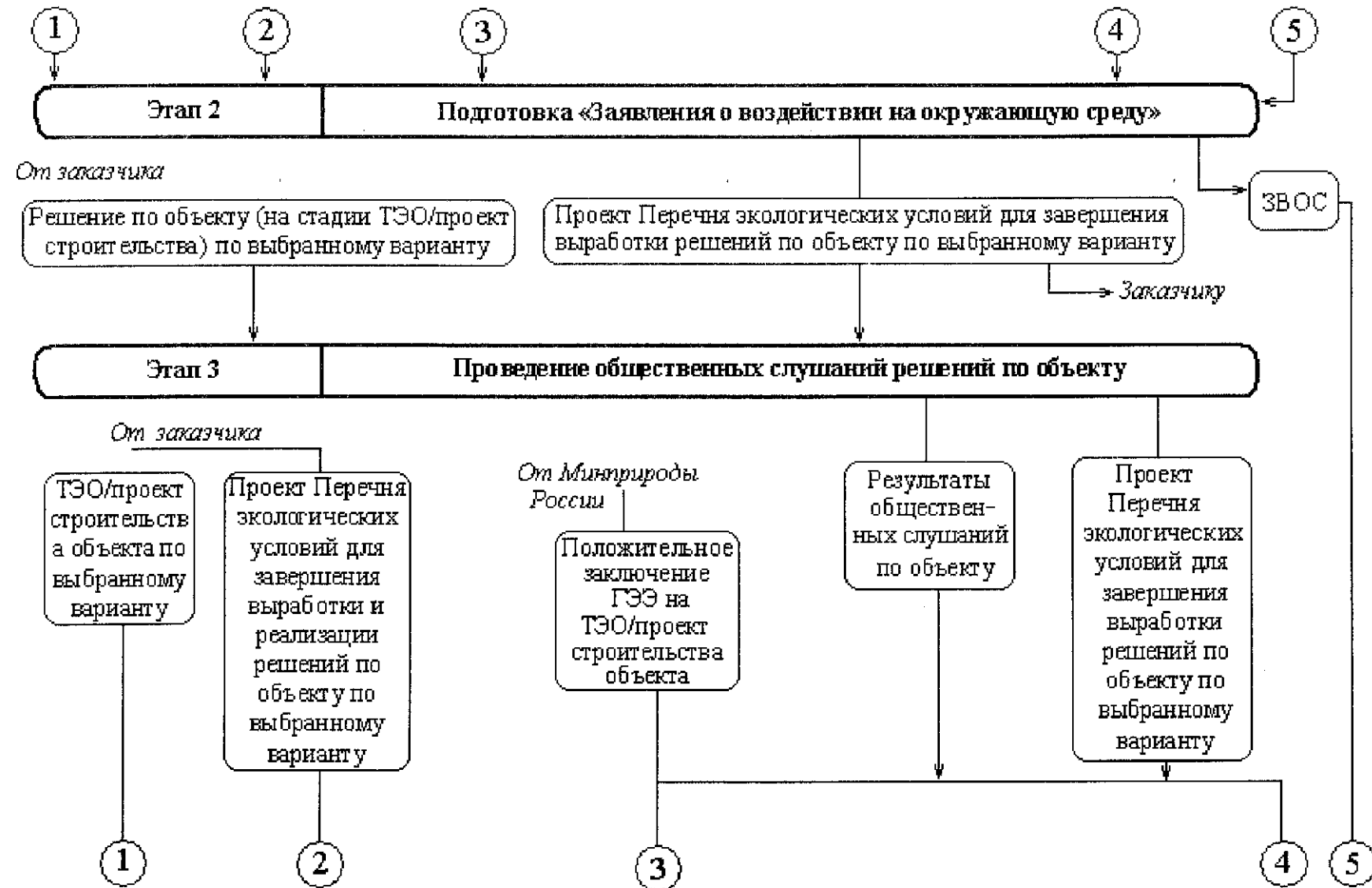
Стадии реализации решений по объекту (Стадии 3,4)

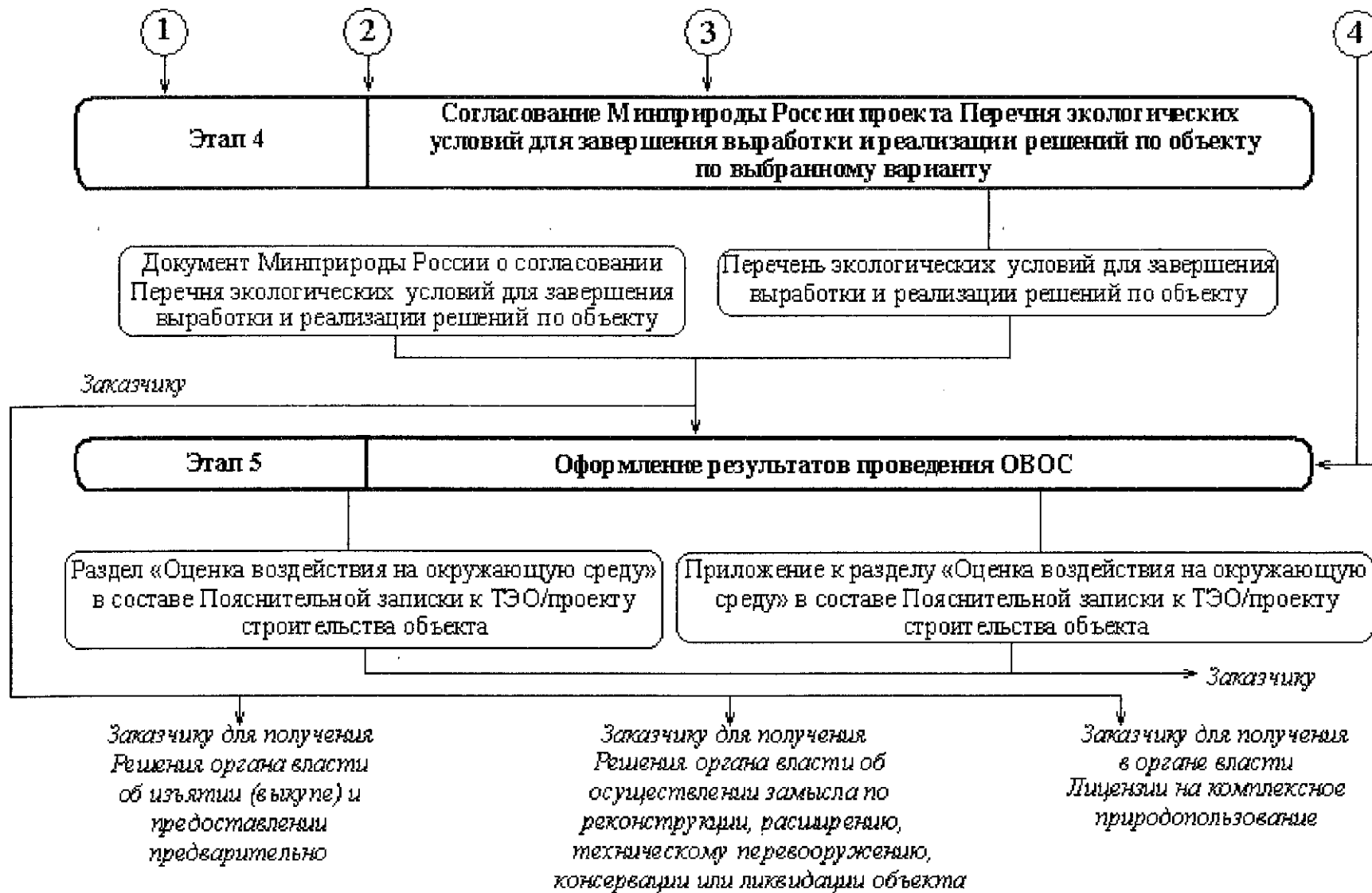
Последовательность этапов проведения ОВОС в соответствии со стадиями процесса выработки решений по объекту хозяйственной деятельности

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2



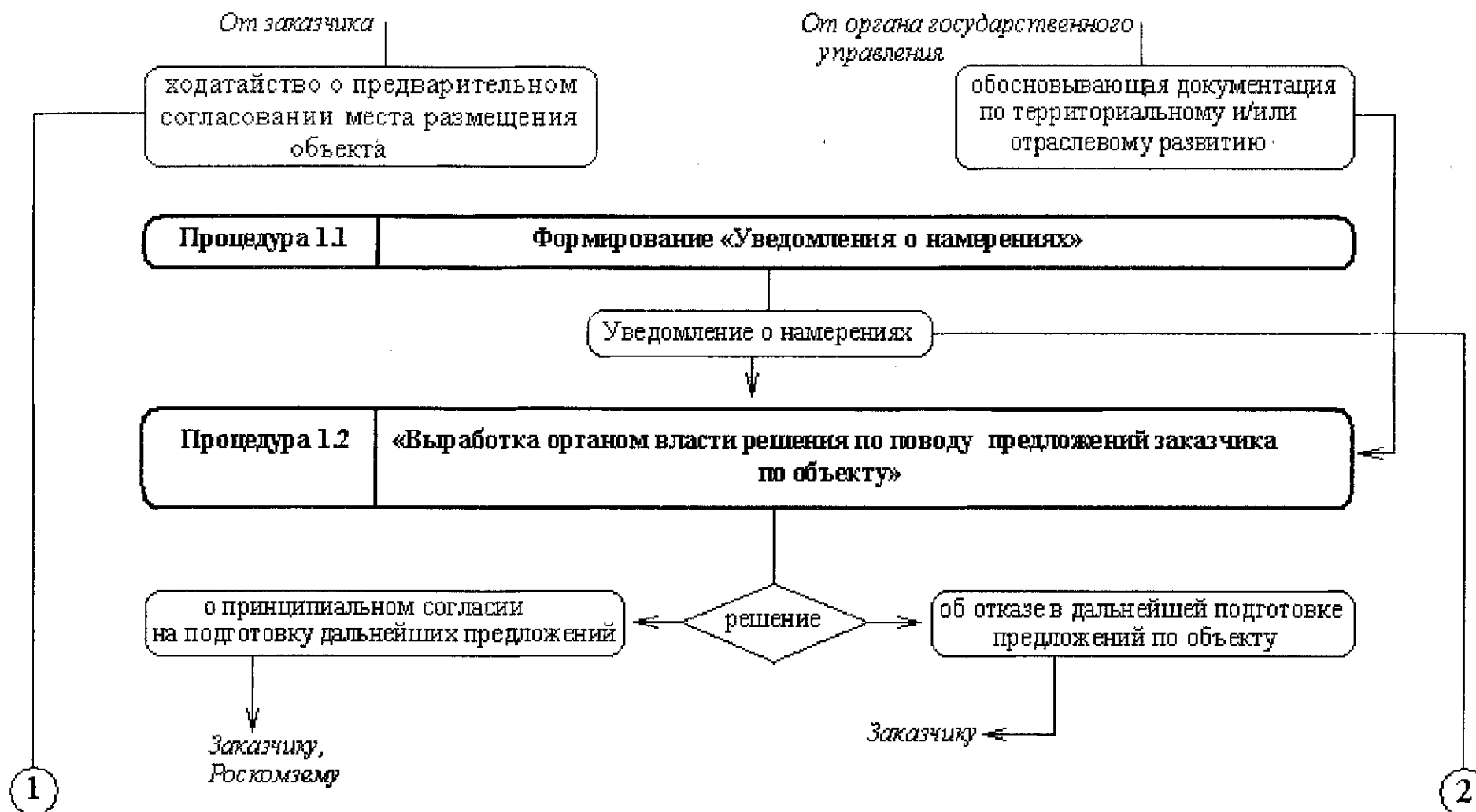
## Продолжение прил. 2



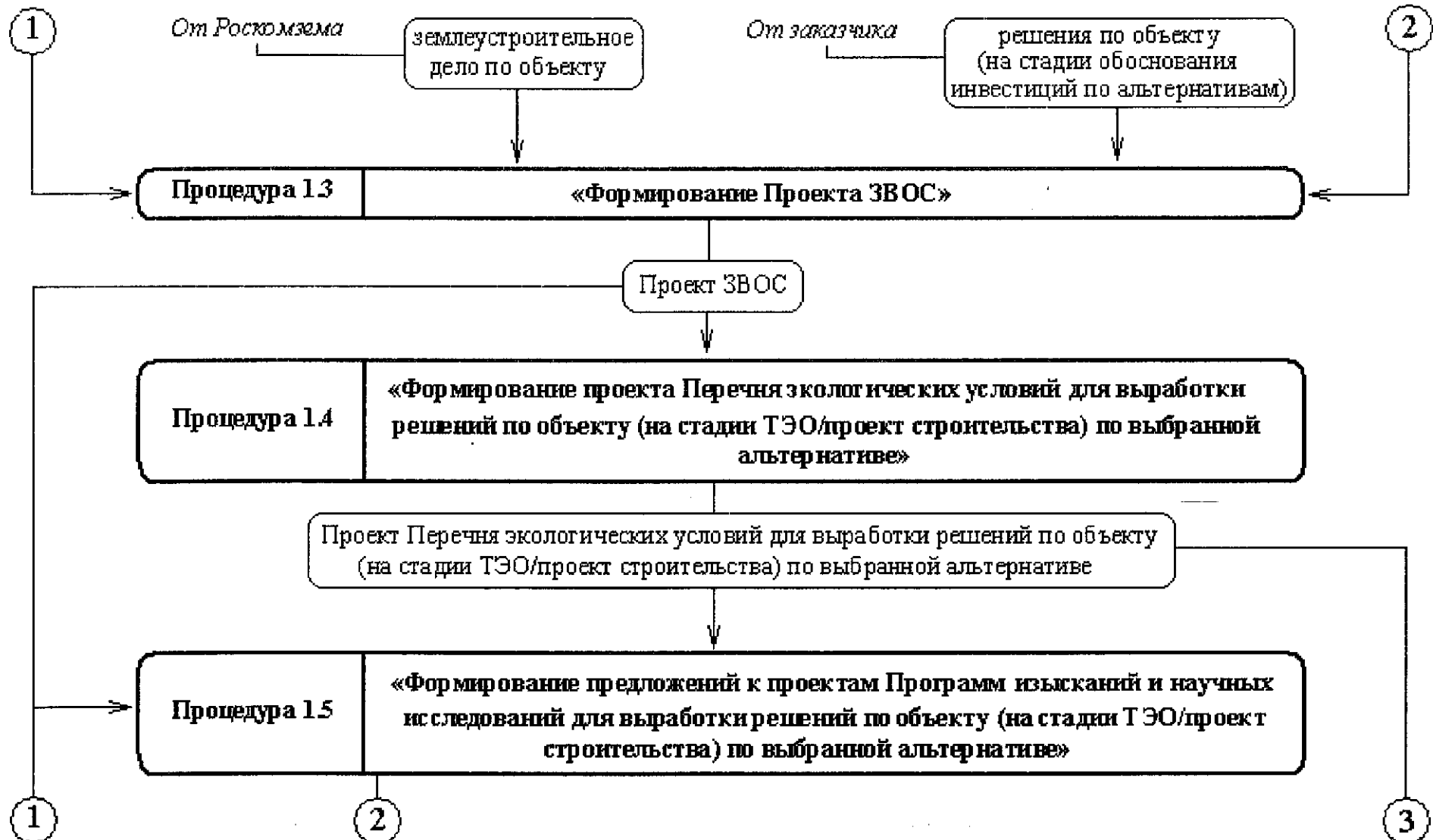


Общая схема процесса ОВОС

## ПРИЛОЖЕНИЕ 3



Продолжение прил. 3



## Продолжение прил. 3

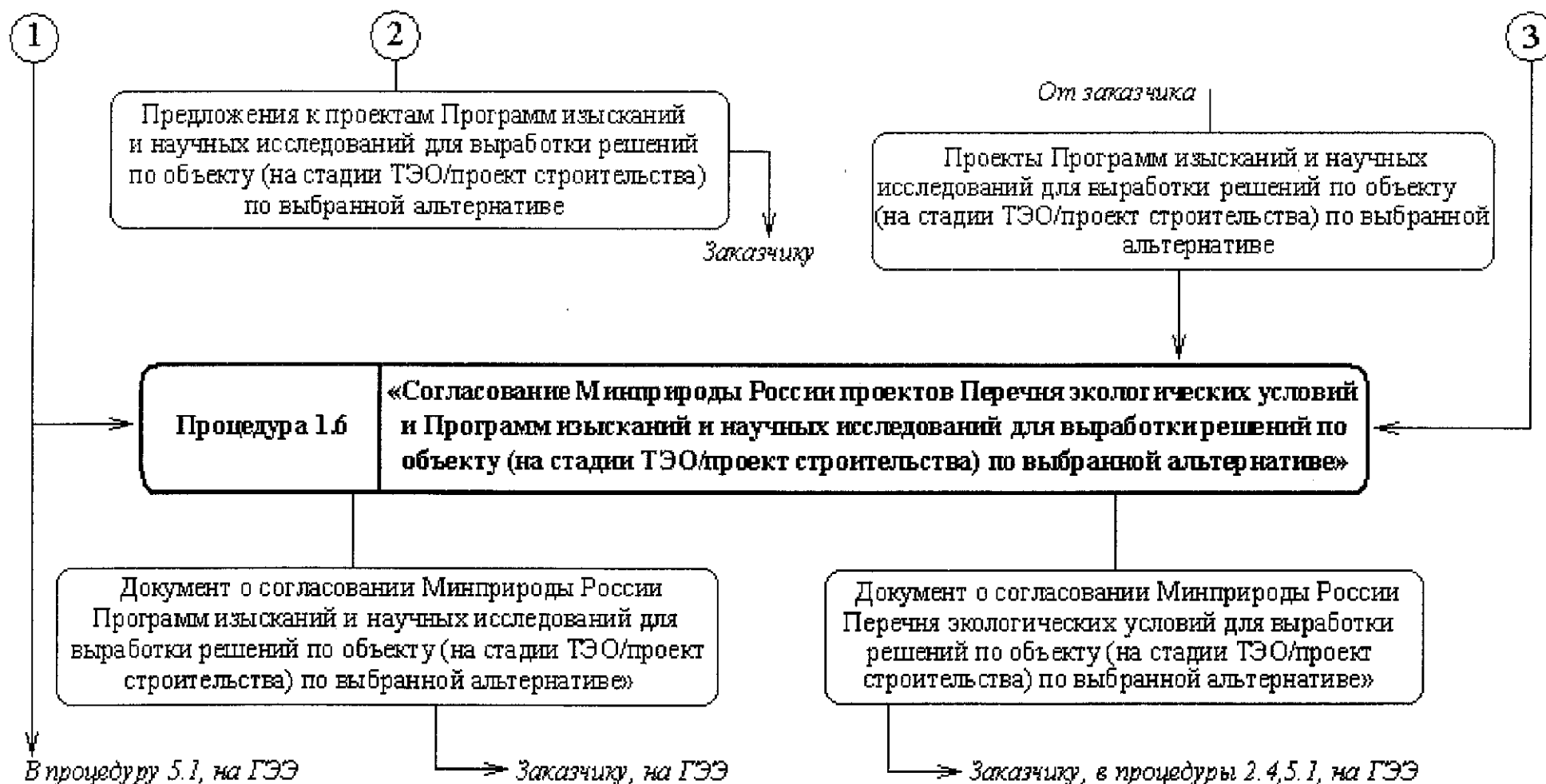
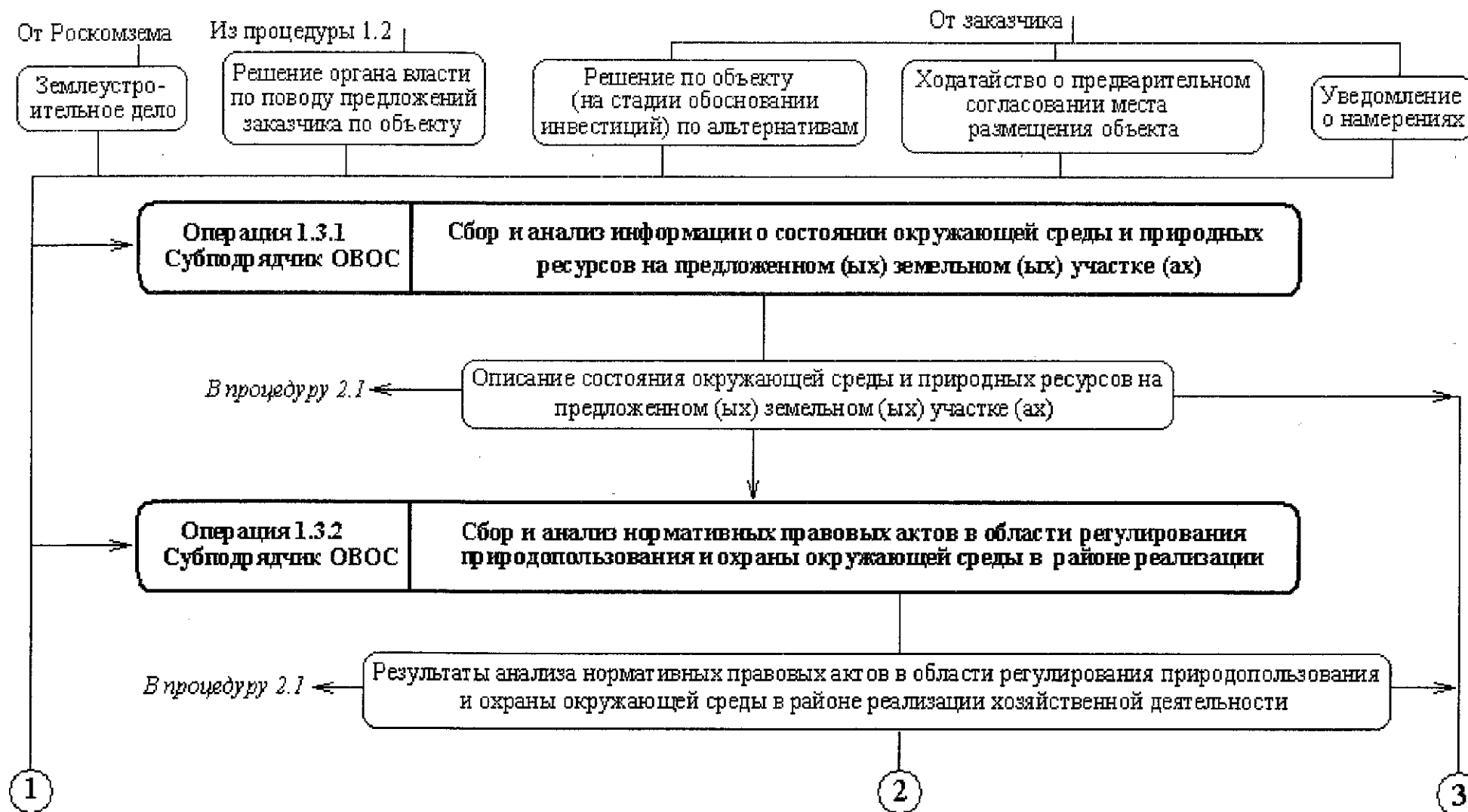


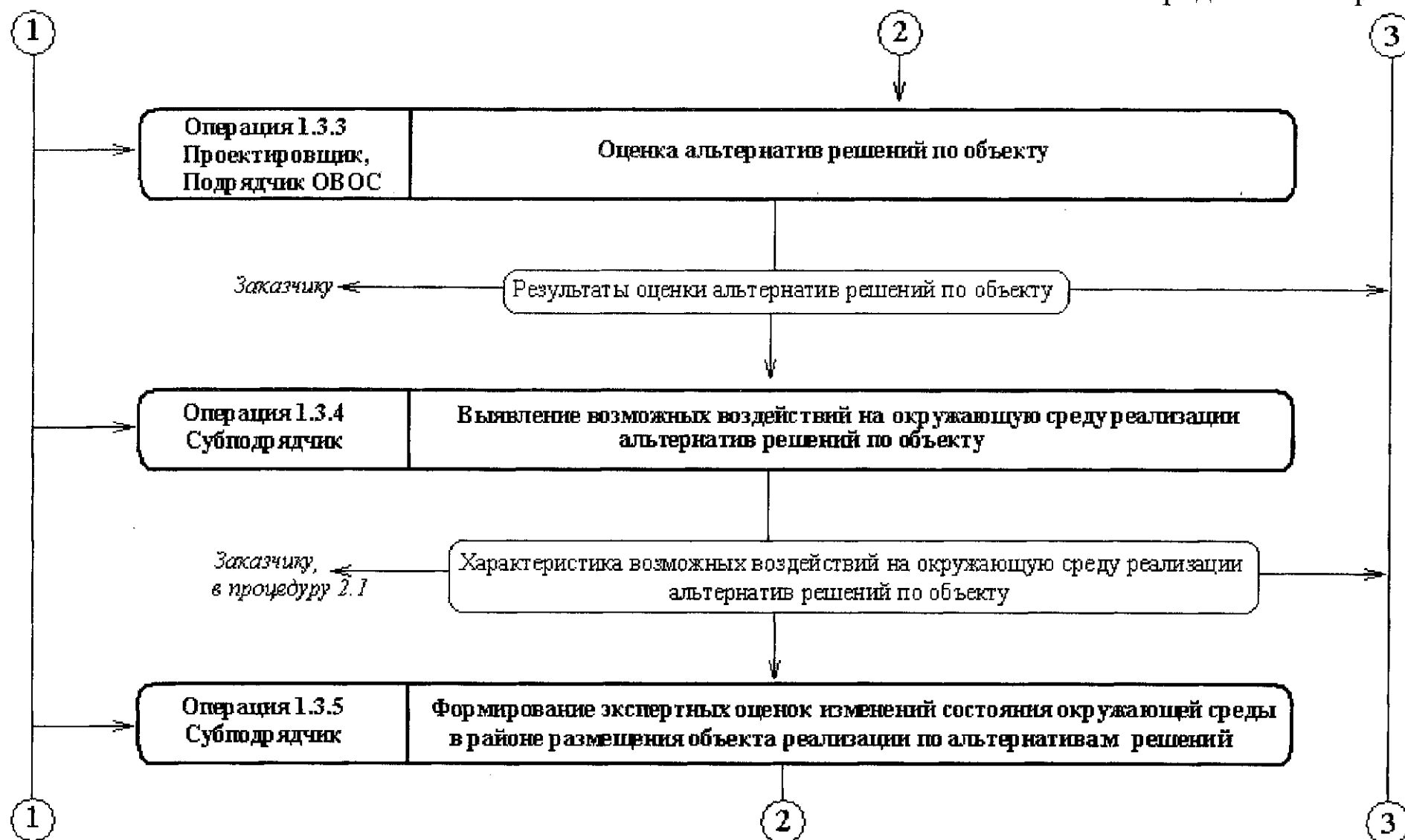
Схема этапа 1 "Подготовка проекта Заявления о воздействии на окружающую среду" (Проекта ЗВОС)

## ПРИЛОЖЕНИЕ 4





Продолжение прил. 4



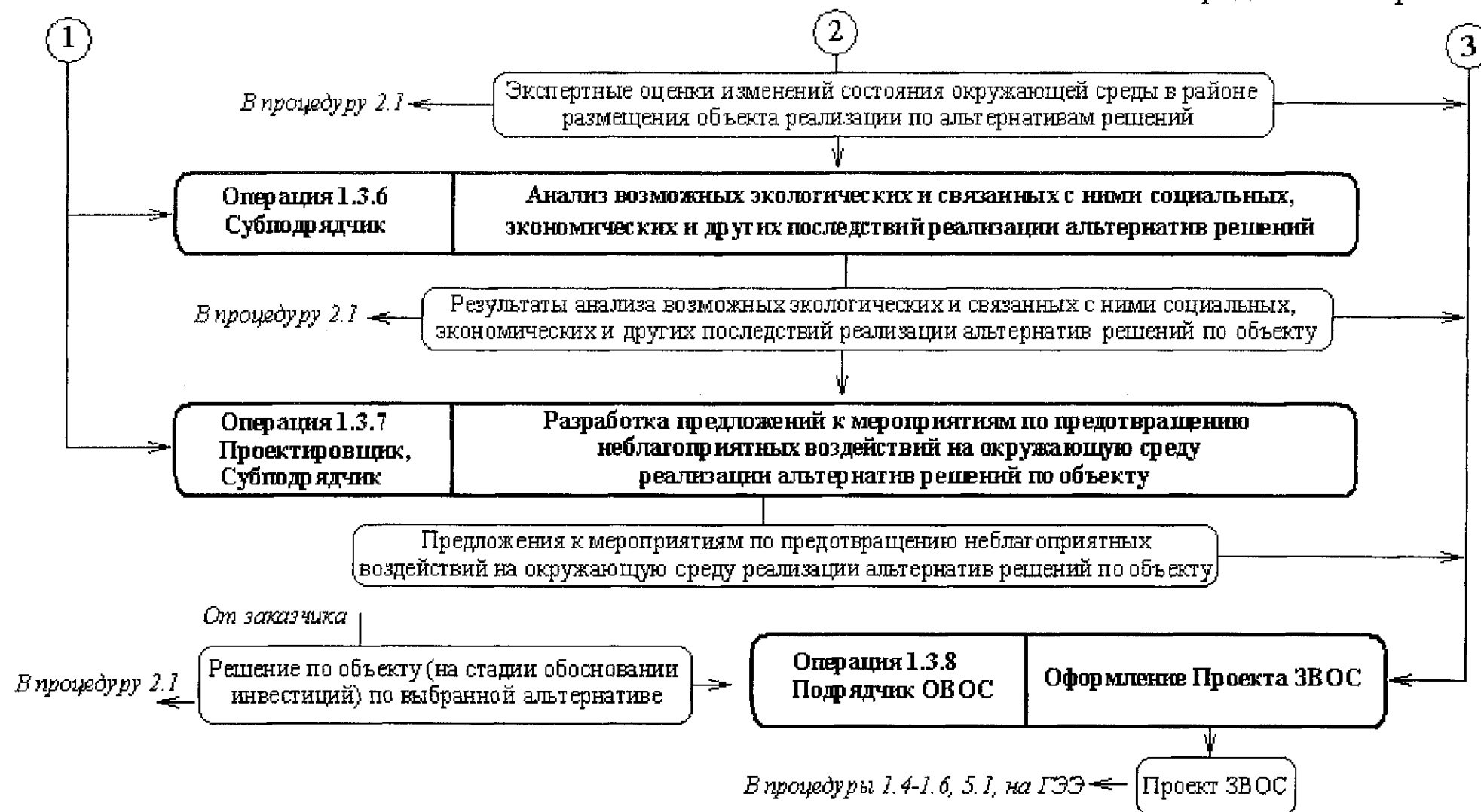
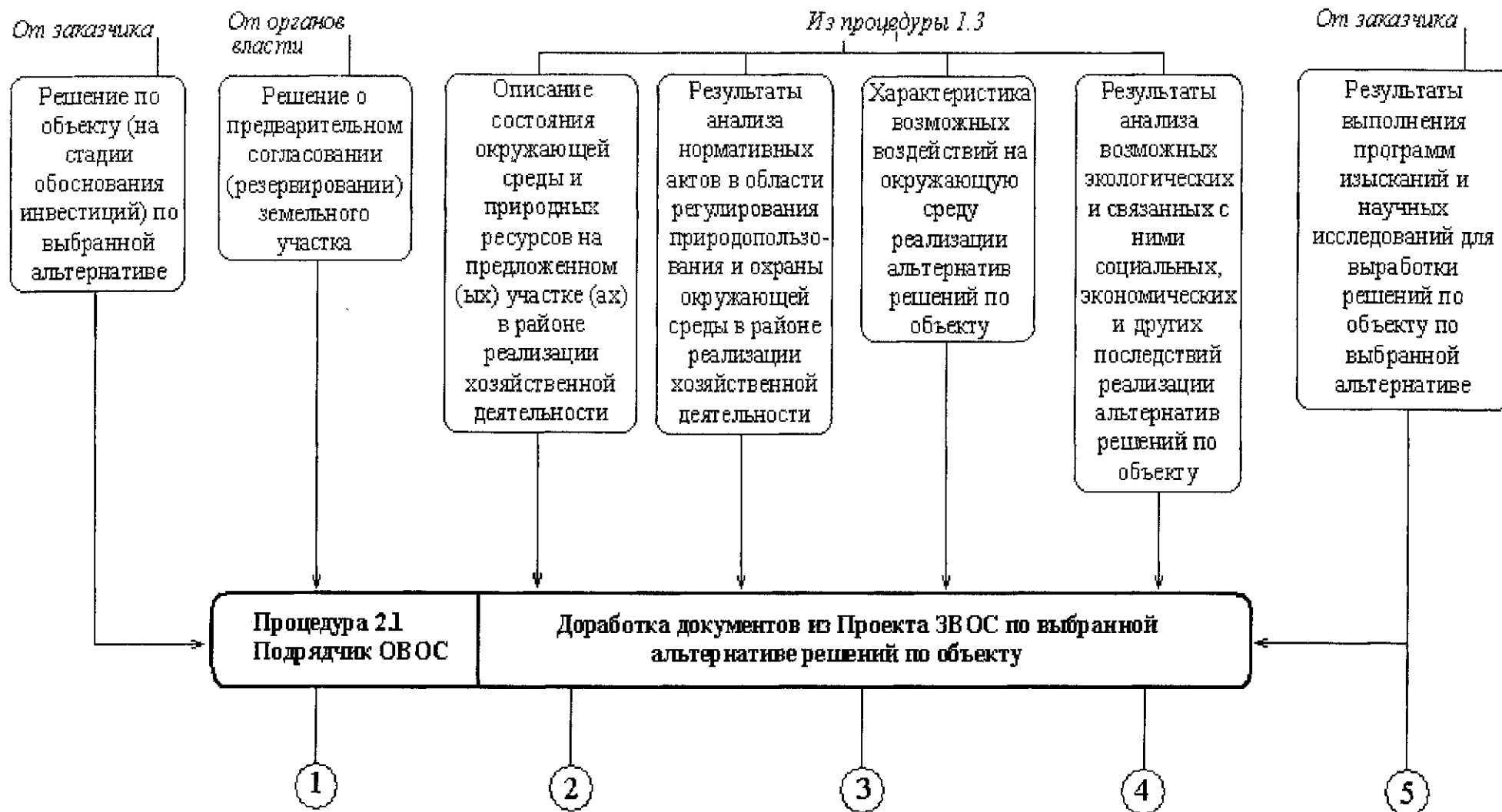
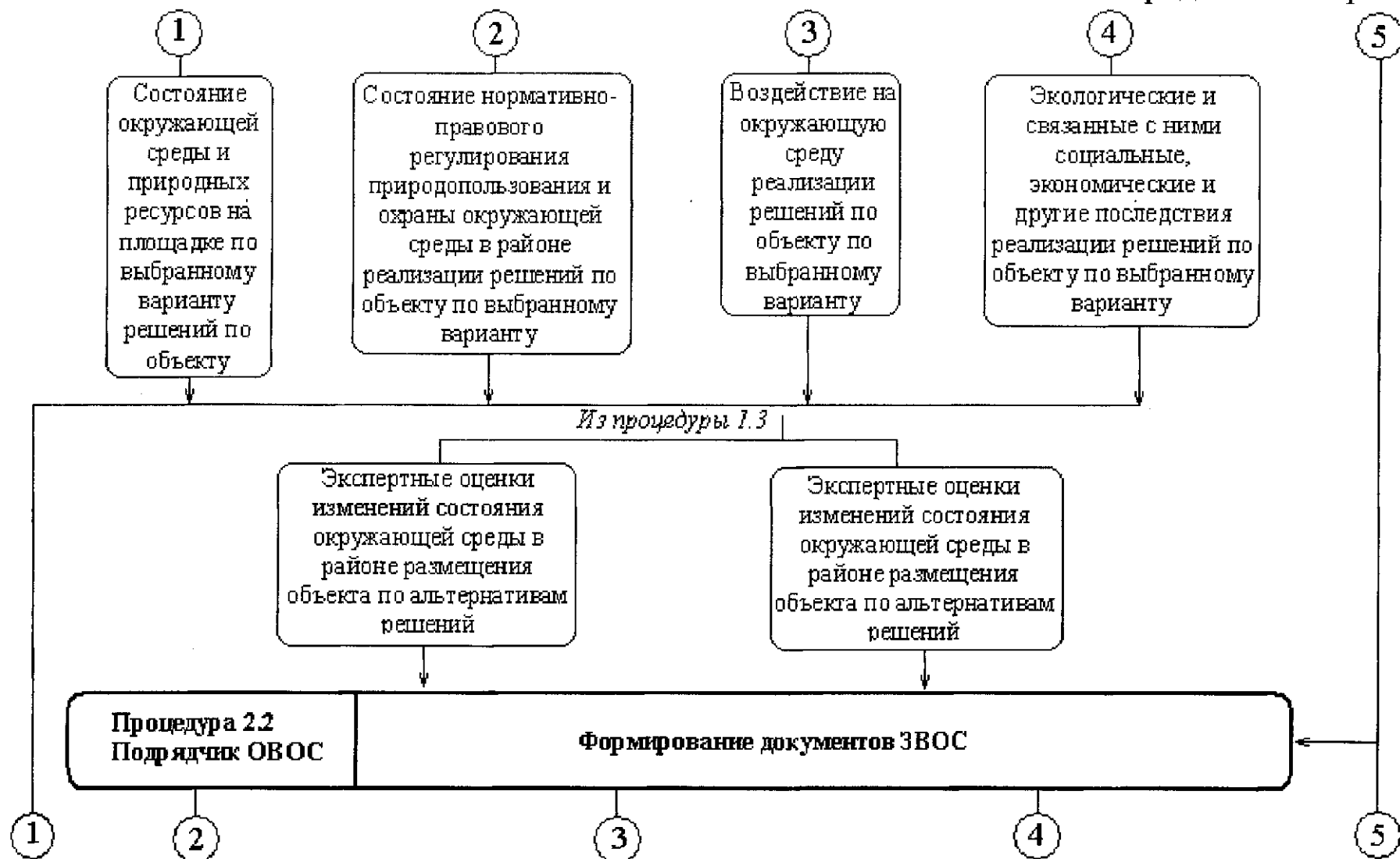


Схема операций процедуры "Формирование Проекта ЗВОС"

## ПРИЛОЖЕНИЕ 5



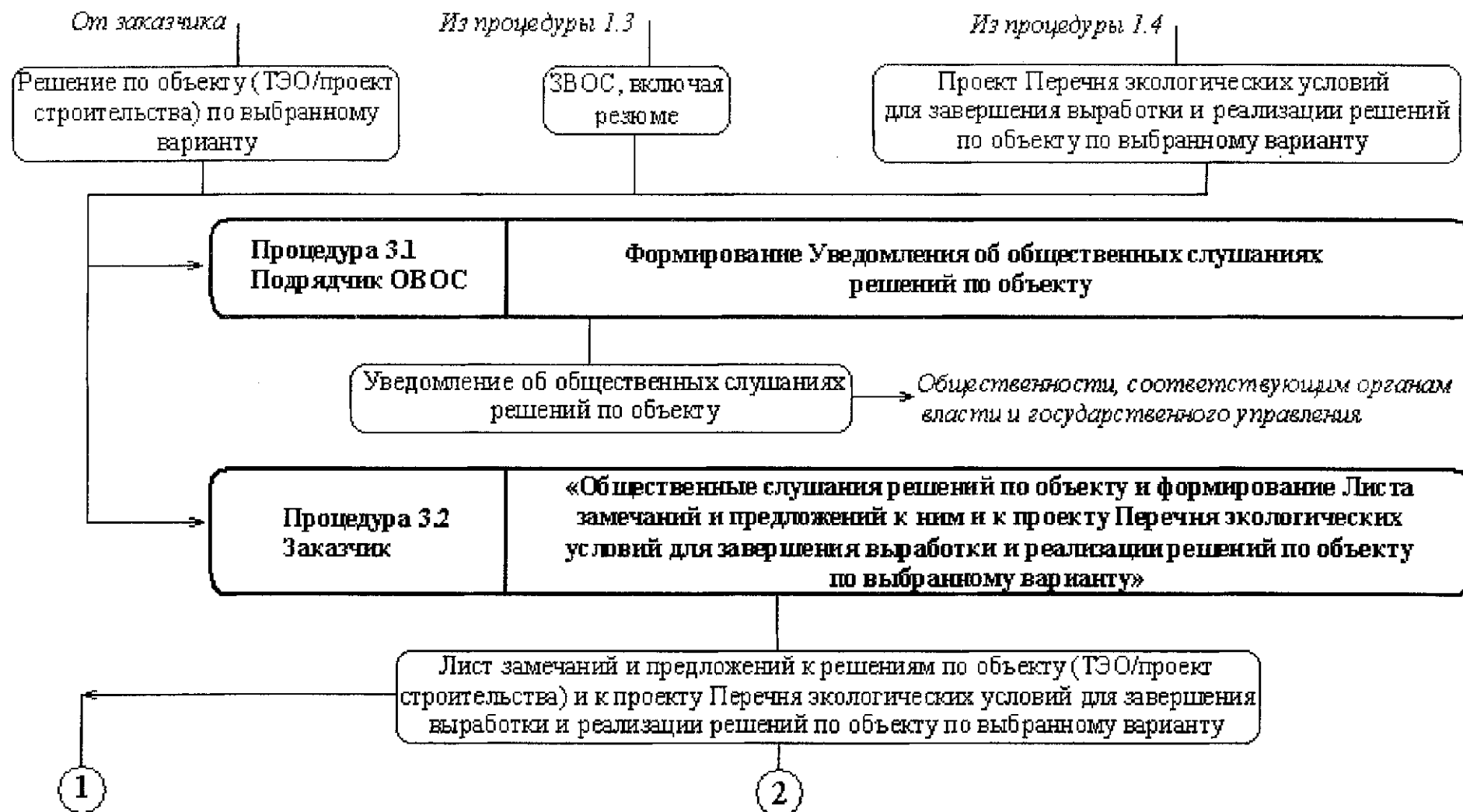
Продолжение прил. 5



Продолжение прил. 5



Схема этапа 2 "Подготовка Заявления о воздействии на окружающую среду" (ЗВОС)



Продолжение прил. 6

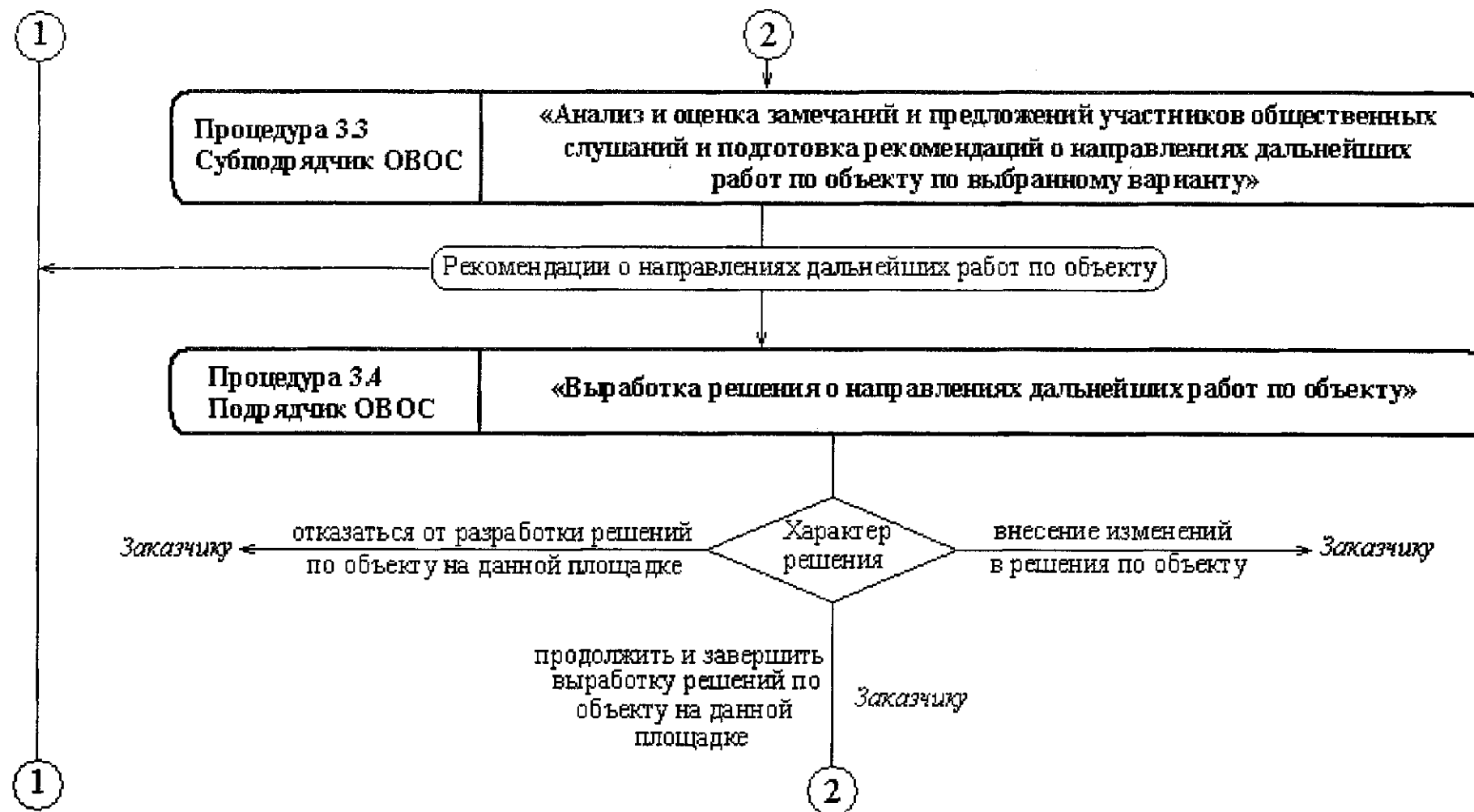




Схема этапа 3 "Проведение общественных слушаний по объекту"



## ПРИЛОЖЕНИЕ 7

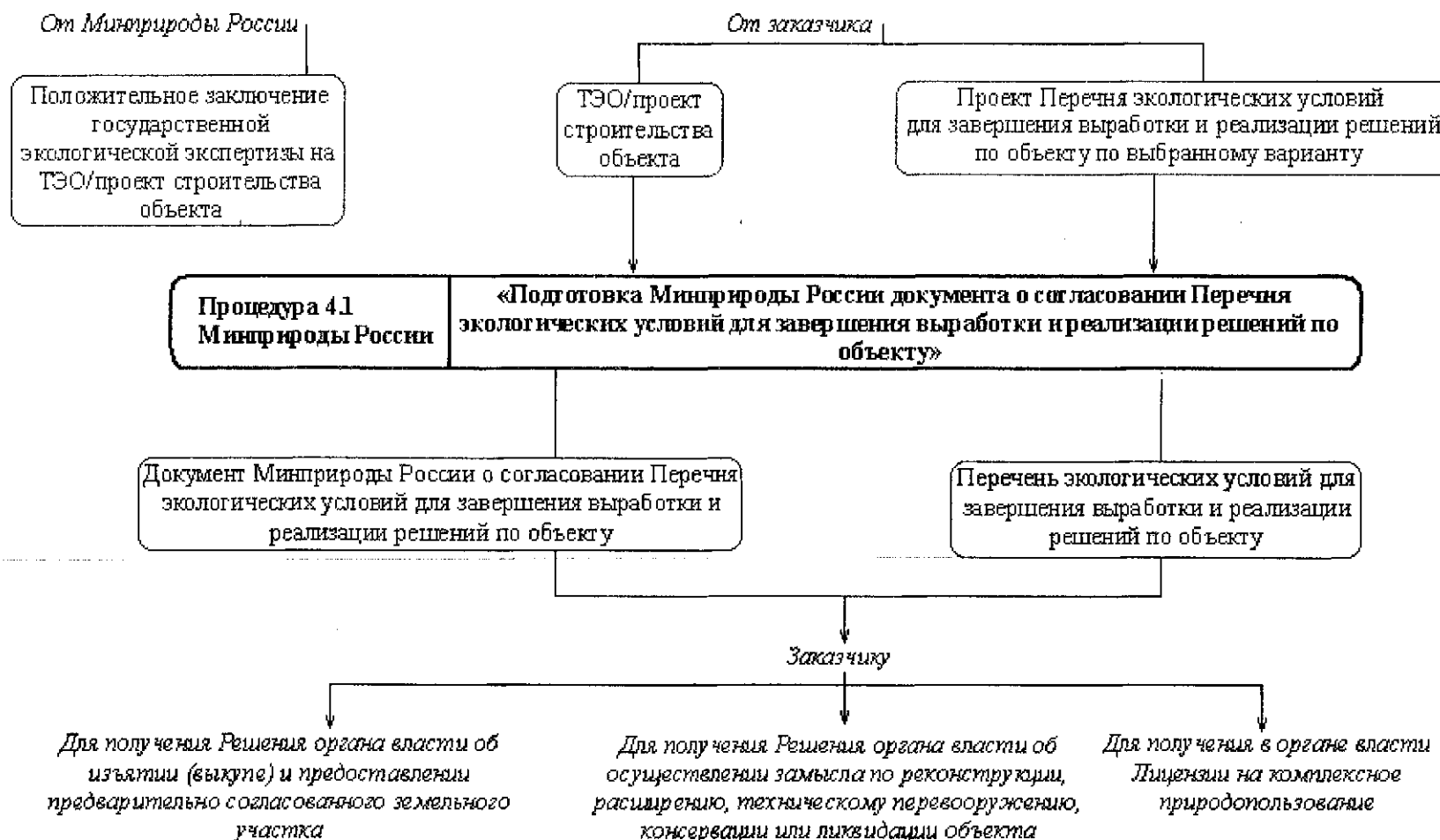
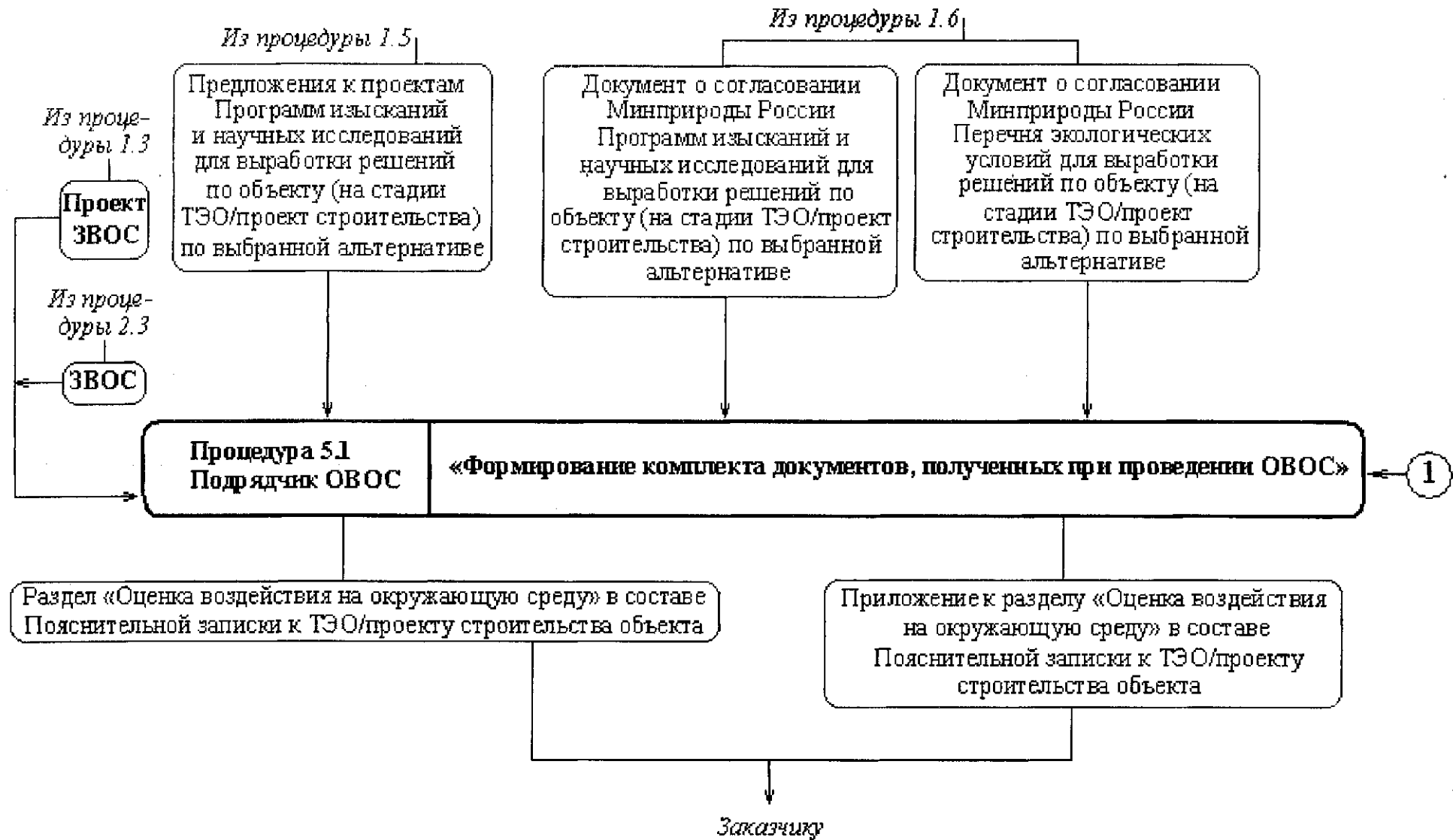


Схема этапа 4 "Согласование Минприроды России проекта Перечня экологических условий для завершения выработки и реализации решений по объекту"



## Продолжение прил. 8

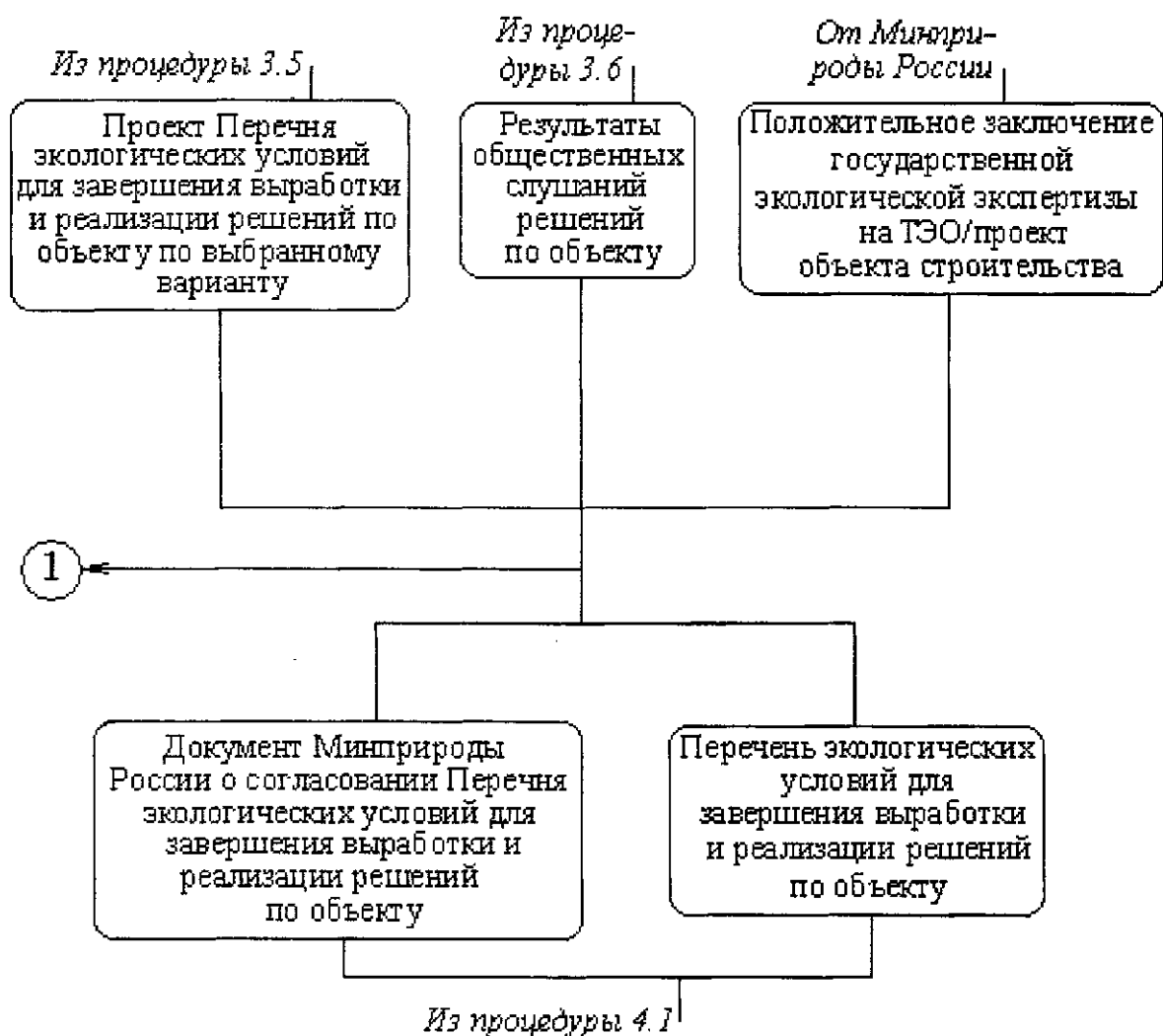


Схема этапа 5 "Оформление результатов проведения ОВОС"

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды



Первый проректор  
проректор по учебной работе  
Е.А. Кудряшов  
2013 г.

**Влияние воздушных линий  
электропередач на окружающую среду**

Методические указания к проведению практического занятия  
по дисциплинам «Экология городской среды», «Экология Курского  
края», «Техногенные системы и экологический риск», «Экспертиза  
безопасности», «Экологическая безопасность»  
для студентов всех специальностей и направлений

Курск 2013

УДК 504

Составители: В.В. Протасов

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *А.В. Беседин*

**Влияние воздушных линий электропередач на окружающую среду** [Текст]: методические указания к проведению практического занятия по дисциплинам «Экология городской среды», «Экология Курского края», «Техногенные системы и экологический риск», «Экспертиза безопасности», «Экологическая безопасность» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.В. Протасов. Курск, 2013. 15 с.: Библиогр.: с. 13.

Представлено влияние воздушных линий электропередач на окружающую среду; методика расчета напряжённости электрического поля и шума, создаваемые воздушными линиями электропередач; определить допустимые значения.

Предназначены для студентов всех специальностей и направлений, изучающих дисциплины «Экология городской среды», «Экология Курского края», «Техногенные системы и экологический риск», «Экспертиза безопасности», «Экологическая безопасность».

*Текст печатается в авторской редакции*

Подписано в печать *15.01.13*. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.  
Усл. печ. л. 0,87. Уч.-изд.л. 0,79. Тираж 30 экз. Заказ . Бесплатно.  
Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

**Цель работы:** 1) изучить влияние воздушных линий электропередач на окружающую среду; рассчитать напряжённость электрического поля и шум, создаваемые воздушными линиями электропередач; определить допустимые значения. 2) изучить влияние электромагнитного излучения радиочастотного диапазона на организм человека; рассчитать электромагнитное излучение, создаваемое передающей антенной телецентра.

### **Влияние воздушных линий электропередач на окружающую среду**

Высокие темпы электрофикации страны приводят к быстрому росту протяжённости воздушных линий электропередач и повышению их номинальных напряжений – 220 кВ, 330 кВ, 500 кВ, 750 кВ.

По характеру воздействия на окружающую среду влияние высоковольтных линий (ВЛ) можно разделить на механическое и электромагнитное, необходимо также учитывать химическое загрязнение воздуха продуктами, возникающими при коронных разрядах, радио и телевизионные помехи, шум.

Просеки, подъездные пути, опоры ВЛ оказывают влияние на функционирование элементов экологических систем, изменяя ландшафтные, микроклиматические условия. Просека шириной более 200 м нередко становится непреодолимым препятствием для перемещения животных. В период миграции на просеках кормятся и отдыхают большие скопления птиц, но в местах массового перелета воздушные линии могут служить механической преградой.

Сооружение линий электропередач связано с отчуждением земель, что сказывается на сельском хозяйстве. Неупорядоченное расположение ВЛ нарушает целостность полей и кормовых угодий. Создаются помехи для обработки полей с воздуха, ограничивается применение агротехники. Воздушные линии проходят также и через лесные массивы, ценность которых определяется запасами древесины, лекарственных растений, охотопромысловых животных, ягод, грибов.

Основным специфическим фактором влияния ВЛ на окружающую среду является электромагнитное поле (ЭМП). Воздействие ЭМП на почву зависит от концентрации соединений железа и гумуса в самой почве. Электрическое поле вызывает поляризацию и структурную перестройку элементов почвы, влияет на процесс почвообра-

зования. ЭМП может оказывать стимулирующее действие на интенсивность роста зелёных растений на начальной стадии развития, затем действие ЭМП становится угнетающим.

Протяжённость ВЛ велика, и почти каждая из них пересекает ряд крупных и мелких рек и озёр. ЭМП оказывает отпугивающее действие на рыб, создавая электромагнитные плотины на пути миграции рыб и препятствуя нерестовому ходу.

При длительном пребывании человека в ЭМП ( $E = 10$  кВ/м) могут возникнуть неблагоприятные физиологические изменения, связанные с воздействием на нервную и сердечно-сосудистую систему (изменения давления, пульса, аритмия и т.д.). Эти явления исчезают через некоторое время после прекращения воздействия ЭМП.

Разработанные нормы, ограничивающие напряжённость электрического поля под воздушными линиями, приведены в табл. 1.

Таблица 1 - Допустимая напряжённость электрического поля под ВЛ

Вид местности	Допустимая напряжённость, кВ/м
Труднодоступная местность (болота, горы)	20
Ненаселённая местность	15
Пересечения с дорогами	10
Населённая местность	5
Жилые дома	1,5

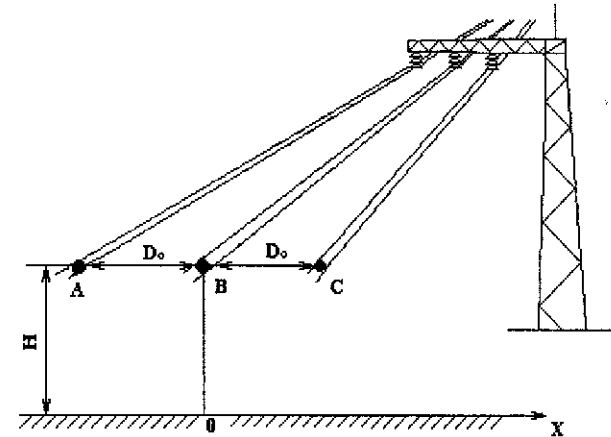
Таблица 2 - Расстояния от крайних проводов ВЛ до ближайших зданий (санитарно - охранный зона)

Напряжение, кВ	Санитарно - охранный зона, м
220	25
330	30
500	30
750	40

Шум ВЛ вызывается коронным разрядом на проводах. Провода выбирают таким образом, чтобы напряжённость на поверхности провода не превосходила начальной напряжённости коронного разряда. Однако неровности на поверхности провода из-за механических повреждений (заусенцы, царапины), загрязнения (капли смазки, твёрдые частицы), осадки (капли дождя, росы, снега, и т.д.) приводят к местному увеличению напряжённости электрического поля. В результате

коронный разряд возникает на проводах ВЛ при напряжении меньшем, чем напряжение самостоятельного разряда на чистых неповреждённых проводах. Поэтому шум воздушных линий можно слышать и в хорошую погоду, но особенно он усиливается при дожде.

### Расчет электрического поля воздушных линий



A, B, C – провода воздушной линии соответственно фаз A, B, C.

Рис.1 Расчётная схема электрического поля воздушных линий

Напряжённость электрического поля, создаваемого воздушными линиями на поверхности земли (рис.1) определяется по формуле 1:

$$E = \frac{C \cdot U}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \left[ \frac{2 \cdot H}{(X - D_0)^2 + H^2} - \frac{H}{X^2 + H^2} - \frac{H}{(X + D_0)^2 + H^2} \right] \quad (1)$$

$E$  – напряжённость электрического поля, кВ/м,

$C$  – ёмкость единицы длины линии, ф/м,

$U$  – номинальное напряжение, кВ,

$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  кл\*н/м

$H$  – высота подвеса провода, м,

$D_0$  – расстояние между проводами, м,

$X$  – расстояние до расчётной точки, м.

Ёмкость единицы длины определяется по формуле:

$$C = \frac{24 \cdot 10^{-12}}{\lg \left( \frac{2 \cdot D_0}{d} \right)} \quad (2)$$

$d$  – диаметр провода, м.

### Расчёт шума воздушных линий

Допустимый уровень шума на территории, непосредственно прилегающей к жилым домам, составляет 45 дБА (СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки).

Уровень звука на расстояние 100 м от крайней фазы в зависимости от напряжения поля на проводах определяется по формуле:

$$L = 20 + 0,0111 \cdot E_{\max} + 900 \cdot r + 15 \cdot \lg n - 20 \cdot \lg B \quad (3)$$

$L$  – уровень звука, дБА,

$E_{\max}$  – действующее значение максимальной напряжённости на поверхности провода, кВ/м,

$r$  – радиус провода, м,

$n$  – число проводов в фазе,

$B$  – расстояние от крайней фазы, ( $B=100$ м).

Максимальная напряжённость на поверхности провода определяется по формуле:

$$E_{\max} = \frac{C \cdot U}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot r} \quad (4)$$

Задание 1. Рассчитать для заданного варианта (таблица 5) напряжённость электрического поля, создаваемого воздушной линией электропередач в точках с координатами  $X=0, 10, 20, 30, 40, 50$ м. Сравнить полученные значения с допустимыми величинами (таблица 1).

Определить в какой местности можно продолжить данную линию электропередач. Построить график  $E=f(x)$ .

Рассчитать шум на расстоянии 100 м от крайней фазы воздушной линии. Сделать вывод о возможности прокладки ВЛ вблизи жилых зданий, для которых допустимый уровень шума составляет 45 дБА (СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.)

### Пример расчета

Исходные данные:

Напряжение $U, \text{кВ}$	Сечение провода, $S, \text{мм}^2$	Число проводов в фазе, $n$	Расстояние между фазами, $Do, \text{м}$	Высота провода, $H, \text{м}$
330	400	2	4	8

Определим диаметр провода:

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad d = 0,0226 \text{ м} \quad r = 0,0113 \text{ м}$$

Ёмкость единицы длины линии:

$$C = \frac{24 \cdot 10^{-12}}{\lg\left(\frac{2Do}{d}\right)} = \frac{24 \cdot 10^{-12}}{\lg\left(\frac{2 \cdot 4}{0,0226}\right)} = 9,4 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$$

Напряжённость электрического поля:

$$E = \frac{C \cdot U}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \left[ \frac{2 \cdot H}{(X - Do)^2 + H^2} - \frac{H}{X^2 + H^2} - \frac{H}{(X + Do)^2 + H^2} \right] =$$

$$= \frac{9,4 \cdot 10^{-12} \cdot 330}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot \pi \cdot 8,85 \cdot 10^{-12}} \left[ \frac{16}{(X - 4)^2 + 64} - \frac{8}{X^2 + 64} - \frac{8}{(X + 4)^2 + 64} \right] =$$

$$= 32,3 \cdot \left[ \frac{16}{(X - 4)^2 + 64} - \frac{8}{X^2 + 64} - \frac{8}{(X + 4)^2 + 64} \right]$$

Результаты расчёта приведены в таблице

$X, \text{м}$	$E, \text{кВ/м}$
0	-0,8075
10	2,5985
20	0,6543
30	0,2185
40	0,0955
50	0,0496

Ширина охранной зоны при  $U = 330 \text{ кВ}$  составляет 30 м.

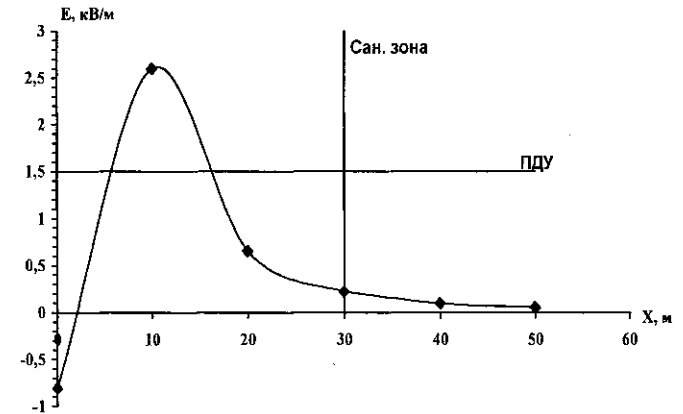


Рис.2 Зависимость напряженности электрического поля от расстояния

Вывод: На границе охранной зоны (30 м) напряжённость элек-

трического поля ниже допустимой для жилой застройки. Следовательно, за пределами охранной зоны можно вести жилищное строительство.

Расчёт шума.

$$E = \frac{C * U}{2\sqrt{3} \pi \epsilon_0 * r} = \frac{9,4 * 10^{-12} * 330}{2\sqrt{3} \pi * 8,85 * 10^{-12} * 0,0113} = 3863 \text{ кв/м}$$

$$L = 20 + 0,0111 * E_{\text{max}} + 900 * r + 15 * \lg n - 20 \lg B = \\ = 20 + 0,0111 * 3863 + 900 * 0,0133 + 15 \lg 2 - 20 \lg 100 = 11,68 \text{ дБ}$$

Вывод: шум на расстоянии 100 м от ЛЭП 330 кВ составляет 11,68 дБА, что является ниже допустимого.

### Характеристики электромагнитного излучения

Основными характеристиками электромагнитного излучения (ЭМИ) являются:

-частота, Гц;

Радиоволны, в зависимости от частоты, делятся на диапазоны:

ДВ	100	-	300 кГц
СВ	0,3	-	3 МГц
КВ	3	-	30 МГц
УКВ	30	-	300 МГц
СВЧ	0,3	-	300 ГГц.

-напряженность электрического поля E, В/М;

-напряженность магнитного поля H, А/М;

-плотность потока энергии W, Вт/м<sup>2</sup>.

### Действие электромагнитного излучения на человека

Влияние на организм человека электромагнитного излучения радиочастот большой интенсивности связано с частичным поглощением их энергии тканями тела, что вызывает тепловой эффект.

Под воздействием высокочастотного электромагнитного излучения ионы тканей приходят в движение; в тканях возникают высокочастотные токи, сопровождающиеся поглощением энергии полей. Если механизм терморегуляции тела не способен рассеять избыточное тепло, возможно повышение температуры тела. Некоторые органы и ткани человека более чувствительны к облучению (мозг, глаз, почки, кишечник).

Проводимость тканей пропорциональна содержанию в них тканевой жидкости; наибольшую проводимость имеют кровь и мышцы, а наименьшую - жировые ткани. Толщина жирового слоя в облучаемом участке оказывает влияние на степень отражения волн от поверхности тела человека. Головной и спинной мозг имеют незначительный жировой слой, а глаза совершенно его не имеют, поэтому эти органы подвергаются наибольшему воздействию.

Систематическое и длительное воздействие на человека электромагнитных полей различных частот с интенсивностью, превышающей предельно допустимые уровни (ПДУ), может привести к некоторым функциональным изменениям в организме, в первую очередь - в центральной нервной системе. Эти изменения в организме могут проявляться в головной боли, нарушении сна, повышенной утомляемости, раздражительности и ряде других симптомов. Кроме функциональных возможны также необратимые изменения в организме: торможение рефлексов, понижение кровяного давления, замедление сокращения сердца, изменение состава крови, помутнение хрусталика глаза.

Степень воздействия на человека электромагнитных полей зависит от интенсивности облучения, его длительности, расстояния от источника образования поля и от индивидуальной чувствительности организма человека.

### Нормирование электромагнитного излучения.

Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях» устанавливают предельно-допустимые уровни (ПДУ) воздействия на людей электромагнитных излучений в диапазоне частот 30 кГц - 300 ГГц.

При работе радио и телестанций магнитная составляющая по своей величине не имеет существенного значения, поэтому интенсивность ЭМИ оценивается только по величине напряженности электрического поля (E, в/м).

Таблица 3 - Предельно допустимые уровни ЭМИ, создаваемые телевизионными станциями

Частота, МГц	ПДУ, в/м	Частота, МГц	ПДУ, в/м
30-60	5	120-240	3
60-120	4	240-300	2,5

При одновременном облучении от нескольких источников, для



которых установлены разные ПДУ, должно соблюдаться следующее условие:

$$\alpha = \sum_{i=1}^n \left( \frac{E_i}{\text{ПДУ}_i} \right)^2 \leq 1 \quad (5)$$

где:  $E_i$  - напряженность электрического поля, создаваемого  $i$ -источником, В/м,

ПДУ $_i$  - предельно-допустимый уровень для  $i$ -источника, В/м.

Для защиты населения от ЭМИ мощных телерадиостанций (свыше 100 кВт) КВ диапазона, они должны размещаться за пределами населенных мест, вдали от жилой застройки.

Вокруг теле радиостанций создают санитарно-защитные зоны, размеры которых должны обеспечивать предельно-допустимый уровень ЭМИ в населенных местах (табл.4).

Таблица 4 - Размеры санитарных зон

Суммарная мощность передатчика, кВт	Размеры санитарной зоны, м
до 10	в пределах технической территории
10-75	200-300
75-160	400-500
более 160	500-1000

Санитарная зона разделяется на зону строгого режима (50-100 м) и зону ограниченного пользования в зависимости от мощности передатчика. В зоне строгого режима допускается пребывание только работников передающей станции, и ограниченное время.

В зоне ограниченного пользования можно располагать объекты, в которых граждане могли бы находиться менее 8 час (гаражи, хозяйственно-бытовые помещения и др.)

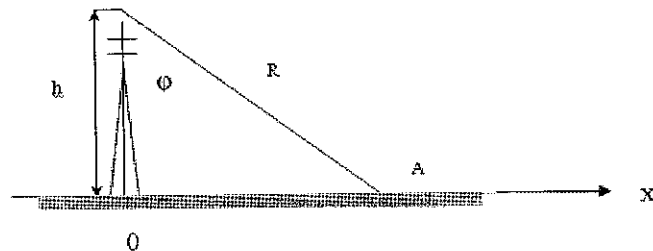


Рис.3 Определение напряженности электрического поля в расчетной точке

Электрическая напряженность ЭМИ в расчетной точке А определяется по формуле:

$$W = \bar{E} \cdot \bar{H} = \frac{E^2}{377} = \frac{P \cdot \varphi}{4 \cdot \pi \cdot R^2} \quad (6)$$

$$E = \sqrt{\frac{30 \cdot P \cdot \varphi}{h^2 + x^2}} \quad (7)$$

где: P - мощность источника, Вт  
 $\varphi$  - коэффициент направленности антенны, рад

$$\varphi = \arctg \frac{x}{h} \quad (8)$$

где: R - расстояние от антенны до расчетной точки, м  
h - высота антенны, м  
x - расстояние от основания антенны до расчетной точки, м.

Электрическая напряженность ЭМИ в жилом помещении определяется по формуле:

$$E^* = k \cdot E \quad (9)$$

где: k - ослабление ЭМИ стенами здания,  
k=1 для кирпичных стен;  
k=0,2 для панельных стен.

**Задание 2** Рассчитать электрическую напряженность ЭМИ, создаваемого телевизионными передающими антеннами, по мере удаления от телецентра (X=0, X=50, X=70, X=100, X=150, X=200, X=250, X=300). Построить график  $\alpha=f(x)$ . Определить на каком расстоянии электрическая напряженность уменьшается до ПДУ (табл. 3). Определить размер санитарной зоны по табл.4 и определить напряженность электрического поля внутри жилого дома, расположенного на границе санитарной зоны и сравнить с ПДУ.

### Пример расчета

Исходные данные приведены в табл

h, м	1 канал		2 канал		3 канал	
	$f_1$	$P_1$	$f_2$	$P_2$	$f_3$	$P_3$
100	80	5000	110	10000	210	2500

где:  $h$ - высота антенны;  $f$ - частота, МГц;  $P_i$ - мощность передатчика, Вт

Определим ПДУ для каждого канала.

Определим электрическую напряженность в расчетных точках по формуле 7 и результаты расчета сведем в табл. и рис.4.

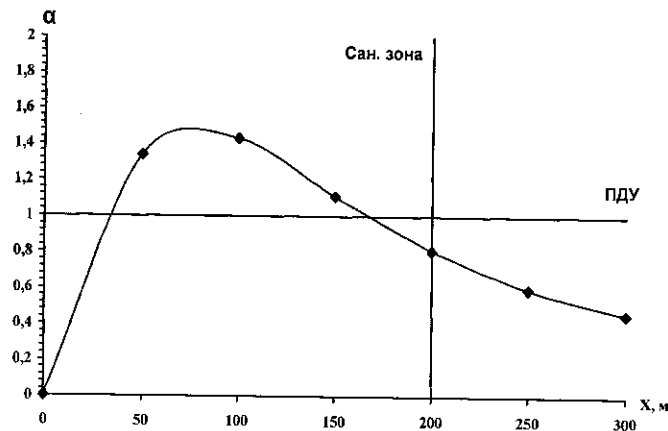
$$x=50 \quad E_1 = \sqrt{\frac{30 \cdot P \cdot \arctg \frac{x}{h}}{h^2 + x^2}} = \sqrt{\frac{30 \cdot 5000 \cdot \arctg \frac{50}{100}}{50^2 + 100^2}} = 2,35 \text{ в/м}$$

$$E_2 = \sqrt{\frac{30 \cdot 10000 \cdot \arctg \frac{50}{100}}{50^2 + 100^2}} = 3,32 \text{ в/м}$$

$$E_3 = \sqrt{\frac{30 \cdot 2500 \cdot \arctg \frac{50}{100}}{50^2 + 100^2}} = 1,66 \text{ в/м}$$

$$\alpha = (2,35/4)^2 + (3,32/4)^2 + (1,66/3)^2 = 0,36$$

X	$\arctg \frac{x}{h}$	$E_1$	$E_2$	$E_3$	$\alpha$
0	0	0	0	0	0
50	0,464	2,35	3,32	1,66	0,36
100	0,785	2,42	3,43	1,72	1,43
150	0,983	2,13	3,02	1,51	1,11
200	1,107	1,82	2,58	1,29	0,808
250	1,190	1,57	2,21	1,11	0,596
300	1,249	1,37	1,94	0,97	0,456
ПДУ	-	4	4	3	1



Суммарная мощность передатчиков  
 $5000+10000+2500=17500 \text{ Вт}=17,5 \text{ кВт}$

Отсюда по табл.4 определяем размер санитарной зоны – 200 м.

Находим по таблице расчета величину  $E$  для  $X=200$ м и рассчитываем напряженность электрического поля в кирпичном и панельном домах.

	$E_1$	$E_2$	$E_3$	$\alpha$
X=200	1,82	2,58	1,29	0,808
Кирпичный дом	1,82	2,58	1,29	0,808
Панельный дом	0,364	0,516	0,258	0,032
ПДУ	4	4	3	1

На границе санитарной зоны ЭМИ в кирпичных и панельных домах не превышает допустимые значения.

### Контрольные работы

1. Влияние воздушных линий электропередач на окружающую среду.
2. Расчет электрического поля воздушных линий.
3. Расчет шума воздушных линий.
4. Расчет электрической напряженности ЭМИ в расчетной точке.
5. Действие электромагнитного излучения на человека.
6. Нормирование электромагнитного излучения.

### Список рекомендуемой литературы

1. Александров Г.Н. Установки сверхвысокого напряжения и охрана окружающей среды. Л. Энергоатомиздат, 1989.360 с.
2. Новгородцев А.Б. «Расчет электрических и магнитных полей». Л. 1975г.
3. Кубатов П.А. Численный расчет электромагнитных полей М. 1984г.
4. Ткачук К.М. «Охрана труда и окружающей среды в радиоэлектронной промышленности. Киев. Высшая школа. 1988г. 238с.
5. Белов С.В. Охрана окружающей среды. М. Высшая школа. 1991г. 319с.

Таблица 5 - Варианты к заданию 1

№	Напряжение $U, \text{кВ}$	Сечение провода, $S, \text{мм}^2$	Число про- водов в фа- зе, $n$	Расстояние между фаза- ми, $Do, \text{м}$	Высота подвеса провода, $H, \text{м}$
1	220	240	1	7	17,5
2		300		8	20,5
3		330		9	22,5
4		400		10	17,5
5		500		11	20,5
6		600		12	22,5
7	330	240	2	9	10,7
8		300		10	17,5
9		330		11	20,5
10		400		12	22,5
11		500		13	25,5
12	600	14	22,5		
13	500	300	3	12	17
14		300		13	22
15		330		14	27
16		400		14	17
17		500		15	22
18		600		15	27
19	750	240	3	17,5	28
20		300		18	30

Таблица 6 Варианты к заданию 2

№ Варианта	Высота антенны $h$	1 канал		2 канал		3 канал	
		$f_1$	$P_1$	$f_2$	$P_2$	$f_3$	$P_3$
1	300	31	1100	61	3100	121	6100
2	290	32	1200	62	3200	122	6200
3	280	33	1300	63	3300	123	6300
4	270	34	1400	64	3400	124	6400
5	260	35	1500	65	3500	125	6500
6	250	36	1600	66	3600	126	6600
7	240	37	1700	67	3700	127	6700
8	230	38	1800	68	3800	128	6800
9	220	39	1900	69	3900	129	6900
10	210	40	100	70	4000	130	7000
11	200	41	1100	71	4100	131	7100
12	190	42	1200	72	4200	132	7200

13	180	43	1300	73	4300	133	7300
14	170	44	1400	74	4400	134	7400
15	160	45	1500	75	4500	135	7500
16	150	46	1600	76	4600	136	7600
17	140	47	1700	77	4700	137	7700
18	130	48	1800	78	4800	138	7800
19	120	49	1900	79	4900	139	7800
20	110	50	2000	80	5000	140	8000

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

Проректор по учебной работе

*Е.А. Кудряшов* Е.А. Кудряшов

2013 г.



**Прием производственных сточных вод  
в системы канализации населенных пунктов**

Методические указания к проведению практического занятия  
по дисциплинам «Экспертиза проектов», «Экология городской  
среды», «Экспертиза безопасности», «Экологическая безопасность»  
для студентов всех специальностей и направлений

Курск 2013

УДК 658

Составители: В.В. Протасов

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *А.В. Беседин*

**Прием производственных сточных вод в системы канализации населенных пунктов** [Текст]: методические указания к проведению практического занятия по дисциплинам «Экспертиза проектов», «Экология городской среды», «Экспертиза безопасности», «Экологическая безопасность» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.В. Протасов. Курск, 2013. 14с.: Библиогр.: с. 14.

Представлена методика расчета допустимых концентраций загрязняющих веществ в производственных водах при их приеме в систему канализации населенного пункта.

Предназначены для студентов всех специальностей и направлений, изучающих дисциплины «Экспертиза проектов», «Экология городской среды», «Экспертиза безопасности», «Экологическая безопасность».

*Текст печатается в авторской редакции*

Подписано в печать *18.01.13*. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.  
Усл. печ. л. 0,81. Уч.-изд.л. 0,74. Тираж 30 экз. Заказ . Бесплатно.  
Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

**Цель работы:** приобретение, отработка и закрепление практических умений и навыков применения теоретических знаний при решении практических задач, связанных с приемом производственных сточных вод в системы канализации населенных пунктов.

### Общие положения

Технические условия на подключение промышленного предприятия к системам канализации населенного пункта могут быть выданы только при наличии резервов мощности систем канализации как по количеству, так и по качественным показателям городских сточных вод. При отсутствии таких резервов и необходимости подключения промышленного предприятия должны быть рассмотрены Правила приема, а также определена необходимость расширения системы канализации населенного пункта.

Для получения технических условий необходимо представить в водопроводно-канализационное предприятие копии следующих материалов: архитектурно-планировочное задание АПУ; ситуационный план расположения объекта с привязкой к городской территории и указанием площади (га), а также балансовую таблицу по водопотреблению и водоотведению ( $\text{м}^3/\text{сут.}$ ,  $\text{м}^3/\text{ч}$ , макс. л/с) проектируемого объекта с расшифровкой по видам водопользования, а при строительстве на действующем предприятии - в увязке с водным балансом действующего предприятия (в соответствии с паспортом водного хозяйства промышленного предприятия); нормы состава производственных сточных вод, намеченных к сбросу в систему канализации населенного пункта; предполагаемые расходы дождевых и дренажных вод при общесплавной системе канализации населенного пункта.

Технические условия в своем составе должны содержать точки присоединения к системам канализации населенного пункта и условия по строительству городских сетей и сооружений: разрешаемые расходы ( $\text{м}^3/\text{сут.}$ , л/с) с разбивкой по видам сточных вод (бытовые, производственно-загрязненные, дождевые, дренажные); режим сброса сточных вод; максимально допустимые концентрации загрязняющих веществ.

*Примечание. При выдаче технических условий на канализование при расширении промышленных предприятий водопроводно-канализационное предприятие (Водоканал) разрешает подключение новых объектов к системам канализации населенного пункта только при выполнении плана органи-*

зационно-технических мероприятий по действующему предприятию.

По получении от промышленного предприятия или проектной организации заявки на сброс производственных сточных вод с приложением всех необходимых материалов водопроводно-канализационное предприятие в 20-дневный срок (для новых предприятий) и в 30-дневный срок (для реконструируемых предприятий) выдает технические условия на подключение к сетям канализации.

Срок действия технических условий должен быть не менее нормативных сроков проектирования и строительства объекта, но не более пяти лет.

Согласование проектной документации на строительство и реконструкцию промышленных предприятий производится водопроводно-канализационным предприятием при представлении на рассмотрение от заказчика либо от генерального проектировщика заявки и проектной документации, включающей разделы: «Водоснабжение и канализация» и «Перечень мероприятий по охране окружающей среды».

В составе раздела "Водоснабжение и канализация" представляются: пояснительная записка с краткой характеристикой состояния водоснабжения и канализации; характеристика потребителей воды и перспективы их развития; расчетные расходы на производственные, противопожарные и хозяйственно-бытовые нужды; балансовые таблицы (схемы) водопотребления и сброса сточных вод (дается по отдельным цехам, производствам, сооружениям); описание и обоснование принятой схемы водоснабжения, способов обработки и очистки воды; описание и обоснование схемы канализации, способов очистки сточных вод, обработки и утилизации осадков; планы трасс и профиля внутриплощадочных сетей и сооружений на них; выбор оборудования и основных материалов; характеристика основных сооружений водоснабжения и канализации.

В составе раздела "Перечень мероприятий по охране окружающей среды" представляются: материалы, подтверждающие проработку вопросов максимального использования очищенных и обеззараженных сточных вод предприятия в оборотном и повторном водоснабжении, а также и поверхностного стока; мероприятия по сокращению потребления воды на технологические нужды, уменьшению загрязняющих веществ в сточных водах; обоснования и расчеты к принимаемым проектным решениям по утилизации об-

разующихся на очистных сооружениях осадков и данные об их обработке, обеззараживанию и утилизации; расчетные данные, характеризующие эффективность намечаемых мероприятий и проектируемых сооружений; справочные данные о затратах, связанных с осуществлением мероприятий по охране водной среды.

Проектная документация должна быть разработана в соответствии с действующими строительными нормами и правилами, требованиями "Водного кодекса РФ", "Правилами охраны поверхностных вод от загрязнений сточными водами", "Правилами пользования коммунальными водопроводами и канализациями", "Правилами приема производственных сточных вод в систему канализации населенного пункта" и техническими условиями на подключение проектируемого объекта к системе канализации населенного пункта, выданными водопроводно-канализационным предприятием.

Срок действия согласования проектной документации: 5 лет - для стадии технического проекта, 3 года - для стадии рабочих чертежей.

Расчет допустимых концентраций загрязняющих веществ, содержащихся в производственных сточных водах и удаляемых на очистных сооружениях населенного пункта, производится следующим образом:

а) определяется допустимая концентрация загрязняющих веществ в очищенных городских сточных водах  $C_{СТ}$ , мг/л:

$$C_{СТ} = (n - 1) \times n (C_N - C_\Phi) + C_N, \quad (1)$$

где:  $C_N$  - ПДК загрязняющего вещества в контрольном (расчетном) створе водного объекта соответствующего вида водопользования, мг/л;

$C_\Phi$  - фактическая концентрация того же вещества в воде водного объекта до сброса в него сточных вод данных очистных сооружений, мг/л;

$n$  - кратность смешения очищенных сточных вод с водой водного объекта в расчетном створе;

При  $C_\Phi > C_N$  первый член правой части зависимости (1) в расчет не принимается и  $C_\Phi = C_N$ .

б) определяется допустимая концентрация загрязняющих веществ в смеси производственных и бытовых сточных вод, поступающих на очистные сооружения населенного пункта,  $C_{ТСВ}$ , мг/л:

Таблица 1 Перечень наиболее характерных загрязняющих веществ производственных сточных вод для отраслей промышленности

Отрасль промышленности	Показатель																											
	сплав	сульфаты	хлориды	нефтепродукты	фенолы	жиры	метанол	метилмеркаптан	диметилсульфид	формальдегид	красители	железо	никель	медь	хром	цинк	олово	свинец	кадмий	кобальт	титан	алюминий	цианиды	мышьяк	ртуть	роданиды	Аммонийный азот	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
Электроэнергетика	+	+	+	+								+	+	+	+	+		+	+				+	+				
Машиностроение и металлообработка	+	+	+	+	+					+		+	+	+		+	+	+	+				+			+		
Химическая	+	+	+	+	+	+				+		+			+	+		+		+	+	+	+	+		+	+	
Нефтехимическая		+	+	+								+																
Легкая	+	+	+	+	+	+					+	+	+	+	+	+												
Пищевая	+	+	+		+	+						+															+	
Лесная, деревообрабатывающая и целлюлозная		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+																+	
Цветная металлургия		+	+	+								+	+	+	+	+		+			+	+		+				
Транспорт	+	+	+	+								+	+	+	+													
Черная металлургия		+	+	+	+							+			+								+			+	+	
Строительные материалы	+	+	+	+						+		+	+	+	+	+												
Топливная		+	+	+								+																
Электронная		+	+									+	+	+	+	+		+					+		+			

"+" - присутствие загрязняющих веществ

Таблица 2 Перечень веществ, удаляемых в процессе биологической очистки (Таблица дана для расчетов допустимых концентраций загрязняющих веществ, сбрасываемых в системы канализации населенных пунктов)

Вещество	Лимитирующий признак вредности	Эффективность удаления на сооружениях биологической очистки сточных вод населенного пункта	ПДК в воде водного объекта, мг/л
1	2	3	4
<b>При сбросе очищенных городских сточных вод в водный объект хозяйственно-питьевого пользования</b>			
Акриловая кислота <sup>а</sup>	Санитарно-токсикологический	80	0,5
Анилин <sup>а</sup>		95	0,1
Метанол		95	3
Метакриловая кислота		40	1
Нитробензол		85	0,2
Свинец <sup>а</sup>		50	0,03
Тиомочевина		50	0,03
Фториды		14	1,5
Формальдегид <sup>а</sup>		80	0,05
Этиленгликоль		80	1
Ацетон		Общесанитарный	95
Дибутилфталат	40		0,2
Изобутиловый спирт	60		1
Капролактам	95		1
Масляная кислота	100		0,7
Фталевая кислота	70		0,5
Цинк	70		1
Ацетальдегид	Органолептический	95	0,2
Гидрохинон		40	0,2
Малеиновая кислота		95	1

Продолжение табл.2

1	2	3	4
Изопропиловый спирт	Органолептический	80	0,25
Железо Fe <sup>3+</sup>		80	0,3
Медь		80	1
Нефть и нефтепродукты		85	0,3
Толуол		60	0,5
Фенол		95	0,001
При сбросе очищенных городских сточных вод в водный объект рыбохозяйственного пользования			
Анилин	Токсикологический	95	0,0001
Бутиловый спирт		95	0,03
Кадмий		60	0,005
Медь		80	0,001
Мышьяк		50	0,05
О-крезол		60	0,003
Метанол	Санитарно-токсикологический	95	0,1
Моноэтанолламин		60	0,1
Полиакриламид		5	2
Трилон Б		40	0,5
Гликозин	Санитарный	45	0,1
Диметилацетамид		98	1,2
Этамон		40	0,5
Нефть и нефтепродукты	Органолептический	85	0,05
Толуол		60	0,5
Фенол		95	0,001
Стирол		60	0,1
Метазин		40	1

Знак «а» - вещества, относящиеся к I - II классам гигиенической опасности.

Таблица 3 Перечень веществ, не удаляемых в процессе биологической очистки

Вещество	Лимитирующий признак вредности	ПДК в воде водного объекта, мг/л	Вещество	Лимитирующий признак вредности	ПДК в воде водного объекта, мг/л
1	2	4	1	2	4
При сбросе очищенных сточных вод в водный объект культурно-бытового и хозяйственно-питьевого пользования					
Ацетофенон	Санитарно-токсикологический	0,1	Дихлорбензол	Органолептический	0,002
Диэтиленгликоль		1	Дихлорэтан		2
Диэтилртуть		0,0001	Диэтиловый эфир		0,3
Нитробензол		0,2	Пропилбензол		0,2
Хлорбензол		0,02	Тетрахлорэтан		0,2
Четыреххлористый углерод		0,006	Фосфамид		0,03
Циклогексан		0,1	Хлориды (анион)		350
					Этилбензол
При сбросе очищенных городских сточных вод в водный объект рыбохозяйственного пользования					
Далапон	Токсикологический	3	петролатум	Токсикологический	6,5
Диэтиланилин		0,0005	бутилбензол		общесанитарный
Полиэтиленамин		0,001			



$$C_{ГСВ} = \frac{C_{ст} \cdot 100}{100 - A} \quad (2)$$

где  $A$  - эффективность удаления загрязняющих веществ на очистных сооружениях населенного пункта, %; принимается по данным работы действующих очистных сооружений либо по данным табл. 2.

Полученная величина  $C_{ГСВ}$  не должна превышать концентрацию, допустимую для биологической очистки сточных вод  $C_{БОС}$ .

Концентрации веществ (мг/л), максимально допустимые для биологической очистки, приведены ниже.

Вещество	$C_{БОС}$	Вещество	$C_{БОС}$	Вещество	$C_{БОС}$
Анилин	6	Дибутилфталат	0,2	Бутанол	10
Ацетальдегид	20	Диметилацетамид	15	Медь	0,5
Ацетон	40	Железо	5	Метазин	10
Масляная кислота	60	Изобутиловый спирт	30	Малеиновая кислота	500
Бутиловый спирт	20	Кадмий	0,1	Метанол	30
Гидрохинон	15	Капролактан	25	Моноэтанолламин	5
Гликозин	30	Крезол	100	Мышьяк	0,1
Нефть и нефтепродукты	25	Полиакриламид	40	Фталевая кислота	0,5
Стирол	10	Тиомочевина	10	Толуол	15
Трилон Б	20	Фенол	15	Формальдегид	100
Свинец	10	Цинк	1	Этамон	10
Этиленгликоль	1000	Хром <sup>3+</sup>	2,5	Хром <sup>6+</sup>	0,1

Если в результате расчета окажется, что  $C_{ГСВ} > C_{БОС}$ , то следует пересчитать  $C_{ст}$  из формулы (2), приняв, что  $C_{ГСВ} = C_{БОС}$ ;

*Примечание.* При согласовании с органами по регулированию использования и охране вод следует особо отметить произведенный пересчет и установленную заведомо ниже допустимой из расчета по ПДК величину  $C_{ст}$ .

в) рассчитывается величина допустимой концентрации каждого загрязняющего вещества, содержащегося в суммарном расходе производственных сточных вод,  $C_{ПСВ}$ , мг/л:

$$C_{ПСВ} = \frac{Q}{q} (C_{ГСВ} - C_{БЫТ}) + C_{БЫТ} \quad (3)$$

где:  $C_{БЫТ}$  - содержание загрязняющего вещества в бытовых сточных водах, мг/л;

$Q$  - расход городских сточных вод, м<sup>3</sup>/сут;

$q$  - суммарный расход производственных сточных вод, содер-

жащих данное загрязняющее вещество, м<sup>3</sup>/сут;

$C_{БЫТ}$  определяется в каждом конкретном случае на основании анализов только бытовой сточной воды (или по данным, приведенным ниже), при отсутствии данных принимается  $C_{БЫТ} = 0$ ;

Загрязняющее вещество	Возможная концентрация в бытовых сточных водах, мг/л
Алюминий	0,5
Азот аммонийный	18-20
Железо	1-2
Жиры	30-«...»
Медь	0,01-0,03
СПАВ	5-8
Сульфаты	80-100
Хлориды	40-60
Цинк	0,02-0,3

г) расчеты допустимых концентраций взвешенных веществ и ПДК выполняются при проектировании очистных сооружений населенных пунктов. Расчет допустимой концентрации растворенных солей производится по формулам (1) и (3) исходя из того, что их содержание в процессе биологической очистки сточных вод практически не изменяется, а суммарное ПДК в воде водных объектов - 1000 мг/л (по сухому остатку, в соответствии с Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами);

д) содержание биогенных элементов на каждые 100 мг/л БПК<sub>ПОЛН</sub> городских сточных вод не должно быть менее 5 мг/л азота N и 1 мг/л фосфора P.

При поступлении в системы канализации населенных пунктов производственных сточных вод, содержащих несколько загрязняющих веществ с одинаковым лимитирующим показателем вредности, сумма отношений концентрации  $C^X, C^Y, \dots, C^I$  каждого из веществ к соответствующей допустимой их концентрации в производственных сточных водах  $C_{ПСВ}^X, C_{ПСВ}^Y, \dots, C_{ПСВ}^I$  не должна превышать 1:

$$\frac{C^X}{C_{ПСВ}^X} + \frac{C^Y}{C_{ПСВ}^Y} + \dots + \frac{C^I}{C_{ПСВ}^I} \leq 1 \quad (4)$$

Определение величины  $C^X, C^Y, \dots, C^I$  может быть произведено двумя путями: допустимая концентрация веществ в производственных сточных водах уменьшается во столько раз, сколько ве-

ществ сбрасывается; величина уменьшения  $C_{ПСВ}$  распределяется исходя из реальных условий, обусловленных возможностями предприятий.

*Примечания: 1 При сбросе сточных вод в водные объекты хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования учитывается суммарное присутствие по одному лимитирующему показателю вредности только веществ I - II класса гигиенической опасности, отмеченных в табл. 2 и 3 знаком "а".*

*2. Учет суммарного присутствия веществ с одинаковым лимитирующим признаком вредности производится либо на этапе расчета  $C_{СВ}$ , либо на этапе расчета  $C_{ПСВ}$ .*

Допустимый сброс загрязняющих веществ от промышленного предприятия в систему канализации населенного пункта определяется по формуле:

$$P = C_{ПСВ} \cdot Q_{П} \text{ г/ч,} \quad (5)$$

где  $Q_{П}$  - расход производственных сточных вод данного предприятия,  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

*Примечания: 1. В случае введения промышленным предприятием оборотного водоснабжения, обусловившего уменьшение расхода сбрасываемых в канализацию населенного пункта производственных сточных вод, допускается увеличение концентрации загрязняющих веществ в пределах допустимого сброса, установленного данному предприятию.*

*2. Вопрос присоединения небольших предприятий (с расходом производственных сточных вод не более  $100 \text{ м}^3/\text{сут.}$ ) в системы канализации населенного пункта и необходимость устройства локальных очистных сооружений или создания объединенных сооружений для очистки сточных вод нескольких предприятий согласовывается с водопроводно-канализационным предприятием в каждом отдельном случае в зависимости от местных условий.*

### Исходные данные

**Задание 1.** Расчет допустимой концентрации загрязняющих веществ в производственных сточных водах, не удаляемых в процессе биологической очистки.

В производственных сточных водах содержится вредное вещество. Расход городских сточных вод  $Q$ ,  $\text{м}^3/\text{сут.}$  Расход производственных сточных вод 2-х предприятий, содержащих данное вещество  $q$ ,  $\text{м}^3/\text{сут.}$  Кратность смешения очищенных городских сточных

вод с водами водного объекта  $n$ . В воде водного объекта и в бытовых сточных водах вещество отсутствует.

Сделать выводы какие концентрации должны быть указаны в договорах между водопроводно-канализационным и промышленным предприятиями.

№ вар.	Вещество	Объект	Q	q	q <sub>1</sub>	q <sub>2</sub>	n
1	Ацетофенон	культурно-бытового и хозяйственно-питьевого пользования	$10^5$	$10^4$	3000	7000	2
2	Диэтиленгликоль		$1,1 \cdot 10^5$	$10^4$	3500	6500	1,5
3	Диэтилртуть		$1,2 \cdot 10^5$	$10^4$	4500	5500	2,5
4	Нитробензол		$1,3 \cdot 10^5$	$10^4$	5500	4500	3
5	Хлорбензол		$1,1 \cdot 10^5$	$10^4$	3000	7000	2
6	Четыреххлористый углерод		$1,1 \cdot 10^5$	$10^4$	4500	5500	2,5
7	Циклогексан		$1,1 \cdot 10^5$	$10^4$	5500	4500	3
8	Дихлорбензол		$1,1 \cdot 10^5$	$10^4$	3000	7000	2
9	Дихлорэтан		$1,2 \cdot 10^5$	$10^4$	3000	7000	2
10	Диэтиловый эфир		$1,2 \cdot 10^5$	$10^4$	3500	6500	1,5
11	Пропилбензол		$1,2 \cdot 10^5$	$10^4$	5500	4500	3
12	Тетрахлорэтан		$1,2 \cdot 10^5$	$10^4$	3000	7000	2
13	Фосфамид		$1,2 \cdot 10^5$	$10^4$	4500	5500	2,5
14	Хлориды (анион)		$1,3 \cdot 10^5$	$10^4$	3000	7000	2
15	Этилбензол	$1,3 \cdot 10^5$	$10^4$	4500	5500	2,5	
16	Далалон	рыбохозяйственного пользования	$1,3 \cdot 10^5$	$10^4$	3000	7000	2
17	Диэтиланилин		$1,3 \cdot 10^5$	$10^4$	3500	6500	1,5
18	Полиэтиленамин		$1,3 \cdot 10^5$	$10^4$	4500	5500	2,5
19	Петролатум		$1,2 \cdot 10^5$	$10^4$	4000	6000	2
20	Бутилбензол		$1,2 \cdot 10^5$	$10^4$	6000	4000	2

**Задание 2.** Расчет допустимых концентраций веществ в производственных сточных водах при наличии смешения очищенных городских сточных вод с водами водного объекта. В производственных сточных водах содержится медь и мышьяк. Расход городских сточных вод  $Q$ ,  $\text{м}^3/\text{сут.}$  Расход производственных сточных вод, содержащих медь и мышьяк  $q$ ,  $\text{м}^3/\text{сут.}$  Водный объект культурно-бытового и хозяйственно-питьевого водопользования. Кратность смешения очищенных сточных вод с водами водного объекта  $n = 3$ . Фактическая концентрация меди в воде водного объекта  $C_{ф}^{CU}$ , мг/л, мышьяк в воде водного объекта отсутствует. Содержание меди в

бытовых сточных водах  $C_{\text{быт}}^{CU}$  мг/л. Мышьяк в бытовых сточных водах отсутствует.

№	$C_{\text{ф}}^{CU}$ мг/л	$C_{\text{ф}}^{AS}$ мг/л	Q	q	№	$C_{\text{ф}}^{CU}$ мг/л	$C_{\text{ф}}^{AS}$ мг/л	Q	q
1	0,2	0,03	$10^5$	$2 \cdot 10^4$	11	0,2	0,05	$10^5$	$2 \cdot 10^4$
2	0,15	0,05	$1,1 \cdot 10^5$	$2,1 \cdot 10^4$	12	0,15	0,03	$1,1 \cdot 10^5$	$2,1 \cdot 10^4$
3	0,1	0,07	$1,2 \cdot 10^5$	$2,2 \cdot 10^4$	13	0,1	0,1	$1,2 \cdot 10^5$	$2,2 \cdot 10^4$
4	0,08	0,09	$1,3 \cdot 10^5$	$2,3 \cdot 10^4$	14	0,08	0,1	$1,3 \cdot 10^5$	$2,3 \cdot 10^4$
5	0,06	0,1	$1,2 \cdot 10^5$	$2,2 \cdot 10^4$	15	0,06	0,08	$1,2 \cdot 10^5$	$2,2 \cdot 10^4$
6	0,25	0,13	$10^5$	$2 \cdot 10^4$	16	0,25	0,07	$10^5$	$2 \cdot 10^4$
7	0,25	0,15	$1,2 \cdot 10^5$	$2,1 \cdot 10^4$	17	0,15	0,04	$1,2 \cdot 10^5$	$2,1 \cdot 10^4$
8	0,07	0,07	$1,3 \cdot 10^5$	$2,2 \cdot 10^4$	18	0,07	0,15	$1,3 \cdot 10^5$	$2,2 \cdot 10^4$
9	0,04	0,04	$1,3 \cdot 10^5$	$2,3 \cdot 10^4$	19	0,11	0,08	$1,3 \cdot 10^5$	$2,3 \cdot 10^4$
10	0,08	0,08	$1,4 \cdot 10^5$	$2,2 \cdot 10^4$	20	0,17	0,08	$1,4 \cdot 10^5$	$2,2 \cdot 10^4$

### Контрольные вопросы

1. Взаимодействие предприятия с водопроводно-канализационным предприятием.
2. Методика расчета допустимых концентраций загрязняющих веществ, содержащихся в производственных сточных.
3. Суть раздела проектной документации: «Водоснабжение и канализация» и «Перечень мероприятий по охране окружающей среды».
4. Суть раздела проектной документации: «Перечень мероприятий по охране окружающей среды».

### Список рекомендуемой литературы

1. Правила приема производственных сточных вод в системы канализации населенных пунктов (издание 5-е, дополненное).
2. Использование и охрана вод. Основные термины и определения (ГОСТ 17.1.1.01).
3. Канализация. Термины и определения (ГОСТ 25150).
4. Методика технологического контроля работы очистных сооружений городских канализаций. М.: Стройиздат, 1977. 303 с.
5. Унифицированные методы анализа сточных вод. М.: Химия, 1973. 376 с.

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

2013 г.



**Уровень загрязнения атмосферного  
воздуха автомобильным транспортом**

Методические указания к проведению практического занятия  
по дисциплине «Оценка воздействия на окружающую среду»  
для студентов направления подготовки  
022000.62 Экология и природопользование

Курск 2013

УДК 504

Составители: В.В. Протасов, И.О. Рыкунова

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *А.В. Беседин*

**Уровень загрязнения атмосферного воздуха автомобильным транспортом: методические указания к проведению практического занятия по дисциплине «Оценка воздействия на окружающую среду» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.В. Протасов, И.О. Рыкунова. Курск, 2013. 9 с.: ил. 2, табл. 5. Библиогр.: с. 9.**

Представлена методика оценки уровня загрязнения автомобильным транспортом атмосферного воздуха.

Предназначены для студентов направления подготовки 022000.62 Экология и природопользование, изучающих дисциплину «Оценка воздействия на окружающую среду» дневной формы обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать                      Формат 60x84 1/16.  
Усл. печ. л. 0,52. Уч.-изд. л. 0,47. Тираж 30 экз. Заказ *455* . Бесплатно.  
Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

**Цель работы:** провести оценку уровня загрязнения автомобильным транспортом атмосферного воздуха.

### Основные положения

В состав отработавших газов двигателей автомобильного транспорта входит ряд компонентов, из которых существенный объем занимают токсичные газы: окись углерода - CO, углеводороды - C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>, окислы азота - NO<sub>x</sub>.

Оценку уровня загрязнения воздушной среды указанными отработавшими газами следует производить на основе прогнозов в соответствии с расчетами.

Методика расчета основана на поэтапном определении эмиссии (выбросов) отработавших газов, концентрации загрязнения воздуха этими газами на различном удалении от дороги и затем - сравнении полученных данных с предельно допустимыми концентрациями (ПДК) данных веществ в воздушной среде.

При расчете выбросов учитываются различные типы автотранспортных средств и конкретные дорожные условия.

В качестве расчетной принимается интенсивность движения различных типов автомобилей в смешанном потоке в соответствии с Руководством по определению пропускной способности автомобильных дорог, Минавтодор, 1982 г. с учетом п. 1.5 СНиП 2.05.02-85.

Мощность эмиссии CO, C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>, NO<sub>x</sub> в отработавших газах отдельно для каждого газообразного вещества определяется по формуле:

$$q = 2,06 \times 10^{-4} \times m \times \left[ \left( \sum_1^i G_{ik} \times N_{ik} \times K_k \right) + \left( \sum_1^i G_{id} \times N_{id} \times K_d \right) \right], \quad (1)$$

где q-мощность эмиссии данного вида загрязнений от транспортного потока на конкретном участке дороги, г/м·с.;

2,06·10<sup>-4</sup>-коэффициент перехода к принятым единицам измерения;

m-коэффициент, учитывающий дорожные и автотранспортные условия, принимается по графику рис. 1 в зависимости от средней скорости транспортного потока, определяемой в соответствии с «Указаниями по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах»;

G<sub>ik</sub> -средний эксплуатационный расход топлива для данного

типа (марки) карбюраторных автомобилей, л/км; для оценочных расчетов может быть принят по средним эксплуатационным нормам с учетом условий движения, которые приведены в табл. 1;

$G_{ид}$  -то же, для дизельных автомобилей, л/км;

$N_{ик}$  -расчетная перспективная интенсивность движения каждого выделенного типа карбюраторных автомобилей, авт./час;

$N_{ид}$  - то же, для дизельных автомобилей, авт./час;

$K_k$  и  $K_d$ - коэффициенты, принимаемые для данного компонента загрязнения для карбюраторных и дизельных типов двигателей соответственно по табл. 2.

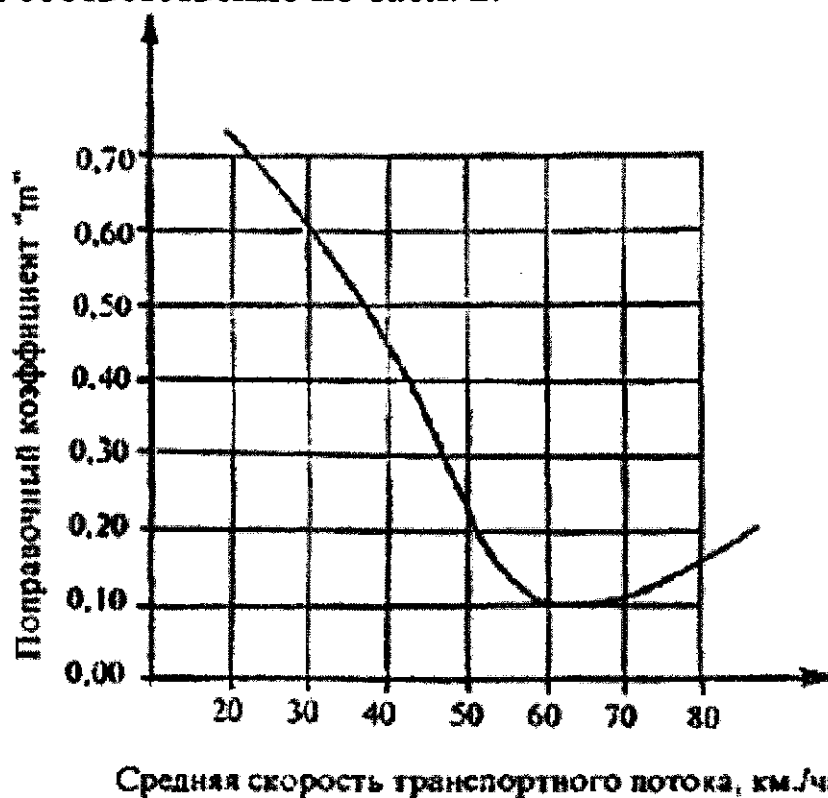


Рисунок 1 - Зависимость величины коэффициента «m», учитывающего дорожные и транспортные условия движения от средней скорости транспортного потока.

При наличии фактических данных об эмиссии токсичных составляющих отработавших газов автомобилей следует принимать непосредственно значения этих данных без пересчета по расходу топлива.

При расчете рассеяния выбросов от автотранспорта и определения концентрации токсичных веществ на различном удалении от дороги используется модель Гауссова распределения примесей в атмосфере на небольших высотах.

Концентрация загрязнений атмосферного воздуха окисью

углерода, углеводородами, окислами азота, соединениями свинца вдоль автомобильной дороги определяется по формуле:

$$C = \frac{2q}{\sqrt{2\pi} \times \sigma \times V \times \sin\varphi} + F, \quad (2)$$

где С-концентрация данного вида загрязнения в воздухе, г/м<sup>3</sup>;  
 $\sigma$ -стандартное отклонение Гауссового рассеивания в вертикальном направлении, м; принимается по таблице 3;

V-скорость ветра, преобладающего в расчетный месяц летнего периода, м/с;

$\varphi$ -угол, составляемый направлением ветра к трассе дороги. При угле от 90 до 30 градусов скорость ветра следует умножить на синус угла, при угле менее 30 градусов - коэффициент 0,5;

F-фоновая концентрация загрязнения воздуха, г/м<sup>3</sup>.

Таблица 1 Средние эксплуатационные нормы расхода топлива на 1 км пути в литрах

Тип автомобиля	Средний эксплуатационный расход топлива л/км
Легковые автомобили	0,11
Малые грузовые автомобили карбюраторные (до 5 тонн)	0,16
Грузовые автомобили карбюраторные (6 тонн и более), например ЗИЛ-130 и др.	0,33
Грузовые автомобили дизельные	0,34
Автобусы карбюраторные	0,37
Автобусы дизельные	0,28

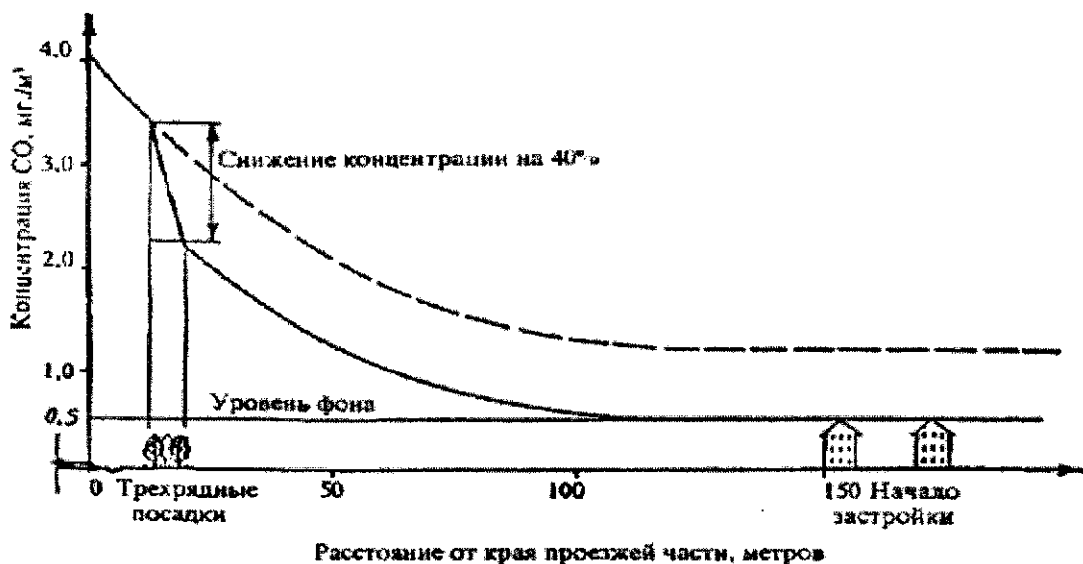


Рисунок 2 - Снижение концентрации CO за счет устройств



трехрядных посадок деревьев.

Таблица 2 Значения коэффициентов  $k_k$  и  $k_d$

Вид выбросов	Тип двигателя	
	карбюраторный	дизельный
Окись углерода	0,6	0,14
Углеводороды	0,12	0,037
Окись азота	0,06	0,015

Результаты расчета по формуле 2 сопоставляются с предельно допустимыми концентрациями (ПДК), установленными органами Минздравсоцразвития с учетом класса опасности для токсичных составляющих отработавших газов тепловых двигателей в воздухе населенных мест; они приведены в таблице 4.

По полученным результатам строится график загрязнения отработавшими газами придорожной зоны. Пример графика приведен на рис. 2.

Таблица 3 Значения стандартного Гауссового отклонения при удалении от кромки проезжей части

Приходящая солнечная радиация	Значения стандартного Гауссового отклонения $\sigma$ при удалении от кромки проезжей части, в метрах								
	10	20	40	60	80	100	150	200	250
Сильная	2	4	6	8	10	13	19	24	30
Слабая	1	2	4	6	8	10	14	18	

Примечание: Сильная солнечная радиация соответствует ясной солнечной погоде, слабая - пасмурной (в т.ч. дождливой). Величина должна приниматься в расчетный период наибольшей интенсивности движения (летний период). Уровень солнечной радиации принимается в зависимости от того, какая погода превалирует в расчетный месяц.

Таблица 4 Предельно допустимая концентрация токсичных составляющих отработавших газов в воздухе населенных мест,  $мг/м^3$

Вид вещества	Класс опасности	Среднесуточные предельно допустимые концентрации, $мг/м^3$
Окись углерода	4	3,0
Углеводороды	3	1,5
Окислы азота	2	0,06

При необходимости уменьшения ширины распространения загрязнения следует предусматривать защитные зеленые насаждения, экраны, защитные валы, прокладку автомобильной

дороги в выемке. Снижение концентрации загрязнений защитными сооружениями в процентах к величине концентрации приведено в таблице 5.

Таблица 5 Снижение концентрации загрязнений различными типами защитных сооружений и зеленых насаждений

Мероприятие	Снижение концентрации, %
1. Один ряд деревьев с кустарником высотой до 1,5 м на полосе газона 3-4 м	10
2. Два ряда деревьев без кустарника на газоне 8-10 м	15
3. Два ряда деревьев с кустарником на газоне 10-12 м	30
4. Три ряда деревьев с двумя рядами кустарника на полосе газона 15-20 м.	40
5. Четыре ряда деревьев с кустарником высотой 1,5 м на полосе газона 25-30 м	50
6. Сплошные экраны, стены зданий высотой более 5 м от уровня проезжей части	70
7. Земляные насыпи, откосы при проложении дороги в выемке при разности отметок от 2 до 3 м	50
То же, 3-5 м	60
То же, более 5 м	70

Выбор защитных мероприятий следует осуществлять на основе технико-экономического сравнения следующих основных вариантов:

- изменение параметров дороги, направленное на повышение средней скорости транспортного потока;
- ограничение движения отдельных типов автомобилей полностью или в отдельные интервалы времени;
- усиление контроля за движением автомобилей с неотрегулированными двигателями по участку, чувствительному к загрязнению воздушной среды, в целях минимизации токсичных выбросов;
- устройство защитных сооружений.

### Задание

Определить концентрацию загрязнения атмосферного воздуха  $CO$ ,  $C_nH_m$ ,  $NO_x$ , на различном расстоянии от автомобильной дороги на расчетном поперечнике. По результатам расчетов строится график распространения загрязнений в зависимости от расстояния от дороги.

Исходные данные: автомобильная дорога III категории; интенсивность движения - 2500 авт./сутки. Автомобильная дорога на рассматриваемом участке проходит в границах населенного пункта. Данные по фоновой концентрации отсутствуют.

№ варианта	Средняя скорость потока, км/час	Интенсивность, авт/час					Скорость ветра, м/с	Угол направления ветра к оси трассы, °
		Легковые	Малые грузовые карбюраторные	Грузовые карбюраторные	Грузовые дизельные	Автобусы карбюраторные		
1	25	75	10	60	35	10	1	30
2	30	10	75	60	35	10	1,5	45
3	35	60	10	75	35	10	2	60
4	40	35	10	60	75	10	2,5	45
5	45	85	20	50	35	0	3	50
6	50	75	60	10	35	10	3,5	55
7	55	75	35	60	10	10	3	35
8	60	75	20	60	35	0	2,5	30
9	65	85	10	50	35	10	1	40
10	70	85	10	60	30	10	2	45
11	40	85	10	60	30	10	1,5	50
12	35	85	10	50	35	10	2	55
13	70	75	20	60	35	0	2,5	60
14	65	35	10	60	75	10	3	45
15	60	85	20	50	35	0	3,5	30
16	55	75	10	60	35	10	3	35
17	50	10	75	60	35	10	3,5	50
18	35	35	10	60	75	10	1	55
19	65	85	20	50	35	0	2	45
20	35	75	60	10	35	10	3	30

### Контрольные вопросы

1. Воздействие отходящих газов автотранспорта на атмосферный воздух.
2. Методика расчета загрязнения атмосферы токсичными компонентами отработавших газов.
3. Исходные данные для расчета загрязнения атмосферы токсичными компонентами отработавших газов.
4. Состояние и мониторинг атмосферного воздуха Курской области.

### **Список рекомендуемой литературы**

1. Маслов Н.В. Градостроительная экология: М.: Высш. шк., 2002.
2. Рекомендации по учету требований по охране окружающей среды при проектировании автомобильных дорог и мостовых переходов. М. ГУП ЦПП, 1995.
3. Доклад о состоянии и охране окружающей среды на территории Курской области Курск в 2010г. Департамент экологической безопасности и природопользования Курской области. 2011.
4. Доклад о состоянии и охране окружающей среды на территории Курской области Курск в 2009г. Департамент экологической безопасности и природопользования Курской области. 2010.

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор  
проректор по учебной работе  
*Е.А. Кудряшов*  
2013г.



Методические указания к проведению практического занятия  
по дисциплинам «Техногенные системы и экологический риск»,  
«Экспертиза проектов», «Экспертиза безопасности»,  
«Экология городской среды», «Экологическая безопасность»  
для студентов всех специальностей и направлений

Курск 2013

УДК 658

Составители: В.В. Протасов

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *А.В. Беседин*

**Оценка риска** [Текст]: методические указания к проведению практического занятия по дисциплинам «Техногенные системы и экологический риск», «Экспертиза проектов», «Экспертиза безопасности», «Экология городской среды», «Экологическая безопасность» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.В. Протасов. Курск, 2013. 13 с.: Библиогр.: с. 13.

Представлены методики оценки риска угрозы здоровью при воздействии пороговых и беспороговых токсикантов (нерадиационных канцерогенов).

Предназначены для студентов всех специальностей и направлений, изучающих дисциплины «Техногенные системы и экологический риск», «Экспертиза проектов», «Экспертиза безопасности», «Экология городской среды», «Экологическая безопасность».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать *1.01.13* Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.  
Усл. печ. л. 0,76. Уч.-изд.л. 0,68. Тираж 30 экз. Заказ . Бесплатно.  
Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

**Цель работы:** ознакомится с основными положениями методик оценки риска угрозы здоровью при воздействии пороговых и беспороговых токсикантов (нерадиационных канцерогенов). Рассчитать значения индивидуального и коллективного канцерогенного рисков.

### ОЦЕНКА РИСКА УГРОЗЫ ЗДОРОВЬЮ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ПОРОГОВЫХ ТОКСИКАНТОВ

Негативное воздействие порогового токсиканта характеризуется значением той пороговой дозы (или мощности дозы, т.е. величиной дозы, отнесенной к некоторому интервалу времени), начиная с которой появляются неблагоприятные последствия. Практика исследований зависимости между значением дозы токсиканта и его действием (эффектом) показывает, что возможно несколько подходов к установлению величины пороговой мощности дозы. Соответственно возможно использование следующих значений, выявляемых опытным путем (как правило, по результатам экспериментов с животными):

- $H_{NOEL}$  - наибольшая пороговая мощность дозы, которая не приводит к появлению *каких бы то ни было* статистически значимых биологических эффектов (NOEL - «no-observed-effect level», т.е. уровень, при котором не наблюдаются неблагоприятные эффекты);

- $H_{NOAEL}$  - наибольшая мощность дозы, которая не приводит к появлению статистически значимых *неблагоприятных* биологических эффектов (NOAEL - «no-observed-adverse-effect level»), т.е. уровень, при котором не наблюдаются неблагоприятные эффекты);

- $H_{LOEL}$  - наименьшая мощность дозы, которая приводит к появлению *каких бы то ни было* статистически значимых биологических эффектов (LOEL - «lowest-observed-effect level»), т.е. низший уровень, при котором наблюдаются эффекты); |

- $H_{LOAEL}$  - наименьшая мощность дозы, которая приводит к появлению статистически значимых *неблагоприятных* биологических эффектов (LOAEL - «lowest-observed-adverse-effect level»), т.е. низший уровень, при котором наблюдаются *неблагоприятные* эффекты).

Все четыре величины измеряются количеством загрязнителя, поступающего в единицу времени в организм человека или животного и нормированного на единицу массы тела. Обычно количество токсиканта измеряется в миллиграммах, единицей времени служит день (сутки), а единицей массы тела - килограмм; следовательно, размерность перечисленных величин - мг/(кг\*сут).

Оптимальное согласование экспериментальных данных и результатов наблюдений над группами риска означает, что имеется достаточная информация по всем перечисленным выше факторам. Однако на практике такое согласование обеспечить не удастся. Поэтому приходится вводить коэффициенты неопределенности, которые играют роль своеобразного «запаса надежности» в процессе вычисления мощности дозы. Обычно используют три коэффициента:  $F_1$ ,  $F_2$  и  $F_3$ , на их произведение делят величину пороговой мощности дозы:

$$H_D = \frac{H_{D(i)}}{F_1 \cdot F_2 \cdot F_3}$$

где  $H_{D(i)}$  - любое из представленных выше значений пороговой мощности дозы, а  $H_D$  - ее скорректированное значение.

Коэффициент  $F_1$  используется для учета возможных межвидовых вариаций в проявлении эффектов от одной и той же мощности дозы, т. е. он характеризует межвидовые различия в чувствительности к токсиканту. Если биокинетические особенности токсиканта и механизмы его токсичности у экспериментальных животных и людей различаются сильно, то коэффициенту  $F_1$  приписывают максимальное значение, равное 10. Если биокинетика и механизмы токсичности у экспериментальных животных и людей схожи, то  $F_1=1$ .

Коэффициент  $F_2$  ответствен за внутривидовые различия в действии токсиканта, которые обусловлены индивидуальной чувствительностью. Его значения могут меняться от 1 до 10; также обычно полагают  $F_2=1$  (если существенные индивидуальные различия в чувствительности к данному токсиканту не выявлены).

Коэффициент  $F_3$  повышает надежность расчетов, связанных с переходом от сравнительно кратковременных наблюдений к оценкам эффектов на значительно больший период времени. Значение этого коэффициента может варьировать от 10 до 100. Когда требуется оценить  $H_{NOEL}$  или  $H_{NOAEL}$  для всей жизни животного или человека, а имеются данные только по кратковременным экспериментам, то полагают  $F_3=10$ . Для оценки же  $H_{LOEL}$  или  $H_{LOAEL}$  при тех же условиях используется максимальное значение  $F_3=100$ .

Таким образом, введение коэффициентов неопределенности  $F_1$ ,  $F_2$  и  $F_3$  существенно снижает значение пороговой мощности дозы, что обусловлено влиянием ряда неопределенностей. Максимальное значение произведения коэффициентов  $F_1 \cdot F_2 \cdot F_3 = 10 \cdot 100 \cdot 10 = 10\,000$ .

Можно сказать, что эти коэффициенты выполняют роль факторов перестраховки, так как в расчеты риска будут входить намеренно за-

ниженные значения пороговой мощности дозы. Например, для тетраэтилсвинца в результате опытов с животными было получено значение  $H_{LOAEL}$  равное 0,0012 мг/кг·сут. Но из-за несовершенства условий экспериментов коэффициентам неопределенности пришлось приписать наибольшие значения, поэтому скорректированное значение пороговой мощности дозы  $H_D$  при поступлении этого токсиканта с водой или пищей составило  $0,0012 : 10\,000 = 1,2 \cdot 10^{-7}$  мг/кг·сут.

В случае другого токсиканта – фенола – выполненные эксперименты характеризовались существенно меньшей неопределенностью, произведение  $F_1 \cdot F_2 \cdot F_3$  оказалось равным 100. Поскольку значение  $H_{NOAEL}$  было при поступлении фенола с водой или пищей равно 60 мг/кг·сут, скорректированное значение пороговой мощности дозы  $H_D$  составило  $60 : 100 = 0,6$  мг/кг·сут.

Единица мощности пороговой дозы – мг/кг·сут – связана с зависимостью воздействия поступающего в организм токсиканта от массы тела. Перед тем, как зафиксировать значение этой дозы для людей, проводятся опыты на животных, причем используются, как правило, несколько групп животных, для каждой из них принимается средняя величина массы тела. Часто объектами таких опытов становятся мыши, крысы, морские свинки и кролики.

Агентство по защите окружающей среды США сформировало и поддерживает в сети Интернет базу данных, содержащую значения пороговой мощности доз различных загрязнителей окружающей среды. Эта база постоянно пополняется новыми данными.

Значения пороговой мощности дозы  $H_D$  при поступлении некоторых токсикантов-неканцерогенов с воздухом, водой и пищей приведены (в порядке убывания пороговой мощности дозы) в табл. 1 – 3.

Таблица 1

Токсиканты, поступающие с воздухом	$H_D$ , мг/кг·сут
Бензол	$9 \cdot 10^{-3}$
Марганец	$1,4 \cdot 10^{-3}$
Ртуть (металл)	$8,6 \cdot 10^{-5}$
Бериллий	$5,8 \cdot 10^{-6}$
Тетраэтилсвинец	$5,7 \cdot 10^{-6}$

Таблица 2

Токсиканты, поступающие с водой и пищей	$H_D$ , мг/кг·сут	Токсиканты, поступающие с водой и пищей	$H_D$ , мг/кг·сут
Нитраты	1,6	Селен	$5 \cdot 10^{-3}$
Хром ( $Cr^{3+}$ )	1,0	Молибден	$5 \cdot 10^{-3}$
Цинк	0,3	Серебро	$5 \cdot 10^{-3}$

Барий	0,2	Хром (VI)	$5 \cdot 10^{-3}$
Бор	0,2	Кадмий	$5 \cdot 10^{-4}$
Марганец	0,14	Сурьма	$4 \cdot 10^{-4}$
Хлор	0,1	Мышьяк	$3 \cdot 10^{-4}$
Медь	0,04	Ртуть (хлорид)	$3 \cdot 10^{-4}$
Никель	0,02	Таллий	$8 \cdot 10^{-5}$

Таблица 3

Токсикант, поступающий с водой	$H_D$ , мг/кг·сут
Этиленгликоль	2
Ацетон	0,9
Нефтепродукты	0,6
Фенол	0,6
Метанол	0,5
Формальдегид	0,2
Пентахлорфенол $C_6Cl_5OH$	$3 \cdot 10^{-2}$
Бензол	$4 \cdot 10^{-3}$
Винилхлорид	$3 \cdot 10^{-3}$
Нитробензол $C_6H_5NO_2$	$5 \cdot 10^{-4}$
ДДТ	$5 \cdot 10^{-4}$
Метилртуть $Hg(CH_3)_2$	$1 \cdot 10^{-4}$
Тетраэтилсвинец	$1,2 \cdot 10^{-7}$

Как показывают данные, приведенные в таблицах, по значению пороговой мощности дозы токсические вещества могут различаться в миллионы раз.

Ниже рассматривается методика решения задач, рекомендованная Агентством по защите окружающей среды США.

При решении задач, в которых рассматривается вдыхание токсиканта, среднесуточное его поступление  $m$ , отнесенное к 1 кг массы тела человека, рассчитывается по формуле:

$$m = \frac{C \times V \times f \times T_p}{P \times T}$$

где  $C$  - концентрация токсиканта в воздухе, мг/м<sup>3</sup>;  $V$  - объем воздуха, поступающего в легкие, м<sup>3</sup>/сут (считается, что взрослый человек вдыхает 20 м<sup>3</sup> воздуха ежесуточно);  $f$  - количество дней в году, в течение которых происходит воздействие токсиканта;  $T_p$  - количество лет, в течение которых происходит воздействие токсиканта;  $P$  - средняя масса тела взрослого человека, принимаемая равной 70 кг;  $T$  - усредненное время воздействия токсиканта (или средняя продолжительность

возможного воздействия токсиканта за время жизни человека), принимаемое равным 30 годам (10 950 сут).

Вышеприведенное выражение для  $m$  базируется на уже давно известной и используемой в токсикологии формуле Габера, по которой вычисляют показатель токсичности вещества  $K_{tox}$ . Для токсиканта, поступающего с воздухом, эта формула имеет вид:

$$K_{tox} = \frac{C \times V \times t}{P}$$

где  $C$  - концентрация токсиканта,  $V$  - объем легочной вентиляции,  $t$  - время воздействия токсиканта,  $P$  - масса тела.

Если решаются задачи, связанные с потреблением питьевой воды, то среднесуточное поступление токсиканта с водой на 1 кг массы тела человека  $m$  определяется по несколько измененной формуле:

$$m = \frac{C \times v \times f \times T_p}{P \times T}$$

где  $C$  - концентрация токсиканта в питьевой воде, мг/л;  $v$  - скорость поступления воды в организм человека, л/сут (считается, что взрослый человек выпивает ежесуточно 2 литра воды);  $f$  - количество дней в году, в течение которых происходит воздействие токсиканта;  $T_p$  - количество лет, в течение которых потребляется рассматриваемая питьевая вода.

Величины  $P$  и  $T$  - такие же, как и в формуле для поступления токсиканта с воздухом. Размерность величины  $m$  - мг/л·сут.

Если решаются задачи, связанные с потреблением продуктов питания, то среднесуточное поступление токсиканта с пищей  $m$ , приведенное к 1 кг массы тела человека, вычисляются по формуле:

$$m = \frac{C \times M \times T_p}{P \times T}$$

где  $C$  - концентрация токсиканта в рассматриваемом пищевом продукте;  $M$  - количество продукта, потребляемого за один год;  $T_p$  - количество лет, в течение которых потребляется рассматриваемый продукт;

Величины  $P$  и  $T$  - такие же, как и в формуле для поступления с воздухом или водой. Величина  $m$  имеет размерность мг/кг·сут.

После того, как вычислено среднесуточное поступление токсиканта, отнесенное к 1 кг массы тела, рассчитывается величина, называемая *индексом опасности*. Ее обозначают через  $HQ$  (Hazard Quotient) и определяют выражением:

$$HQ = \frac{m}{H_D}$$



где  $H_D$  - пороговая мощность дозы, значения которой приведены в табл. 4 -6.

Если  $HQ < 1$ , то опасности нет; риска угрозы здоровью нет. Если же  $HQ > 1$ , то существует опасность отравления, которая тем больше, чем больше индекс  $HQ$  превышает единицу.

Если в воздухе, питьевой воде или в пище содержатся несколько токсикантов, то полный индекс опасности  $HQ_i$  равен сумме индексов опасности отдельных токсикантов:

$$HQ_i = HQ_1 + HQ_2 + HQ_3 + \dots$$

Если  $HQ_i < 1$ , то опасности нет, риск угрозы здоровью отсутствует.

### Задание 1

В одном из источников водоснабжения обнаружен токсикант, причем его содержание в воде в  $n$  раз превысило значение ПДК для питьевой воды. Данным источником пользуются в течение  $N$  лет. Рассчитать индивидуальный риск угрозы здоровью.

№ вар.	Токсикант	n	N	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	№ вар.	Токсикант	n	N	ПДК, мг/м <sup>3</sup>
1	Этиленгликоль	10	5	1,0	11	Хром (Cr <sup>3+</sup> )	11	6	0,5
2	Фенол	10	4	0,001	12	Барий	9	5	0,7
3	Бор	12	6	0,5	13	Марганец	10	4	0,1
4	Винилхлорид	8	5	0,005	14	Нефтепродукты	15	4	0,1
5	Никель	9	4	0,1	15	Селен	12	5	0,01
6	Молибден	11	6	0,25	16	Формальдегид	10	5	0,05
7	Сурьма	8	5	0,05	17	Мышьяк	12	6	0,05
8	Ртуть	8	4	0,0005	18	Таллий	6	5	0,0001
9	Ацетон	8	6	2,2	19	Хром (VI)	10	4	0,05
10	Бензол	8	6	0,01	20	Метанол	10	6	3,0

### ОЦЕНКА РИСКА УГРОЗЫ ЗДОРОВЬЮ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ БЕСПОРОГОВЫХ ТОКСИКАНТОВ (НЕРАДИАЦИОННЫХ КАНЦЕРОГЕНОВ)

К канцерогенам относят вещества, воздействие которых достоверно увеличивает частоту возникновения опухолей (доброкачественных и/или злокачественных) в популяциях человека и/или животных и/или сокращает время развития этих опухолей. Как уже отмечалось, при оценке риска угрозы здоровью, обусловленного воздействием канцерогенных веществ, используют два важных положения. Во-первых, принято считать, что у канцерогенов нет пороговой дозы, их

действие начинается уже при самых малых количествах, попавших в организм человека. Во-вторых, считается, что вероятность развития онкозаболевания (т. е. канцерогенный риск) прямо пропорциональна количеству (дозе) канцерогена, введенного в организм. Совокупность этих двух положений называют беспороговой линейной моделью.

Линейный характер зависимости между канцерогенным риском и дозой канцерогенного вещества выражается простой формулой:

$$r = F_r \times D$$

где  $r$  – индивидуальный канцерогенный риск; под ним следует понимать дополнительный риск (дополнительно к уже существующей вероятности заболеть раком) онкологического заболевания, вызываемый поступлением данного канцерогена;  $D$  – доза канцерогена, попавшего в организм человека;  $F_r$  – коэффициент пропорциональности между риском и дозой, называемый фактором риска.

Фактор риска  $F_r$  показывает, насколько быстро возрастает вероятность онкозаболевания при увеличении дозы канцерогена, поступившего в организм человека с воздухом, водой или пищей. Фактор риска еще называют коэффициентом наклона (Slope Factor), так как он характеризует угол наклона прямой зависимости «риск - доза». Очевидно, что чем больше угол наклона, тем больше угроза здоровью.

Единица фактора риска  $F_r$  – [мг/кг·сут]<sup>-1</sup>; величина обратная единице среднесуточного поступления канцерогена. Фактор риска количественно характеризует увеличение угрозы здоровью в результате ежедневного поступления данного канцерогена в количестве 1 мг, отнесенного к 1 кг массы тела человека.

Часто индивидуальный канцерогенный риск вычисляют по формуле:

$$r = m \times F_r$$

где  $m$  – среднесуточное поступление канцерогена с воздухом, водой или с пищей, отнесенное к 1 кг массы тела человека, в миллиграммах на килограмм в сутки (мг/кг·сут).

Удобство расчета риска  $r$  по этой формуле заключается в том, что в результате перемножения величин  $m$  и  $F_r$  получается безразмерная величина.

Значения факторов риска определяются, как правило, в результате опытов на животных. Агентство по защите окружающей среды США сформировало в сети Интернет базу данных по факторам риска различных канцерогенов, которая постоянно пополняется, а значения этих факторов уточняются по мере получения новых научных данных.

В таблицах ниже приведены значения факторов риска  $F_r$  (в порядке его возрастания) при поступлении в организм человека ряда канцерогенов с воздухом (табл. 4), а также с водой и пищей (табл. 5).

Эти таблицы показывают, что величина фактора риска варьирует в очень широких пределах.

Ниже рассматривается методика решения задач, рекомендованная Агентством по защите окружающей среды США.

Таблица 4

Канцерогены	$F_r$ (мг/кг·сут) <sup>-1</sup>
Дихлорметан	$1,6 \cdot 10^{-3}$
Трихлорэтилен	$7 \cdot 10^{-3}$
Формальдегид	$2,1 \cdot 10^{-2}$
Свинец и его соединения	$4,2 \cdot 10^{-2}$
Бензол	$5,5 \cdot 10^{-2}$
Винилхлорид	$7,2 \cdot 10^{-2}$
Тетрахлорэтилен	0,15
Дихлорэтан	0,27
Хлорбензол	0,27
ДДТ	0,34
Никель (пыль в воздухе)	0,91
Полихлорированные бифенилы	2,0
Выхлопные газы дизельных двигателей	2,1
Кадмий и его соединения	6,3
Бензо(а)пирен	7,3
Бериллий, металл и оксид	8,4
Мышьяк	12
Хром (VI)	42
Бериллий, сульфат	$3 \cdot 10^3$
Диоксины (смесь)	$4,6 \cdot 10^3$

При решении задач, в которых рассматривается поступление канцерогена с воздухом, его среднесуточное поступление  $m$ , отнесенное к 1 кг массы тела человека, рассчитывается по формуле:

$$m = \frac{C \times V \times f \times T_p}{P \times T}$$

где  $C$  - концентрация канцерогена в воздухе (мг/м<sup>3</sup>);  $V$  - объем воздуха, поступающего в легкие в течение суток (м<sup>3</sup>/сут (считается, что взрослый человек вдыхает 20 м<sup>3</sup> воздуха ежедневно);  $f$  - количество дней в году, в течение которых происходит воздействие канцерогена;  $T_p$  - количество лет, в течение которых происходит воздействие канцерогена;  $P$  - средняя масса тела взрослого человека, принимая равной 70 кг;  $T$  - усредненное время возможного воздействия канцерогена, в качестве

которого принимается средняя продолжительность жизни человека, считающаяся равной 70 годам (25 550 сут).

Таблица 5

Канцерогены	$F_r$ (мг/кг·сут) <sup>-1</sup>
Свиней и его соединения	$8,5 \cdot 10^{-3}$
Хлороформ	$3,1 \cdot 10^{-2}$
Бензол	$5,5 \cdot 10^{-2}$
Пентахлорфенол C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> Cl	0,12
Хлорбензол C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,27
ДДТ	0,3
Кадмий и его соединения	0,38
Трихлорэтилен	0,4
Тетрахлорэтилен	0,54
Мышьяк	1,75
Винилхлорид	1,9
Бериллий, оксид	7,0
Полихлорированные бифенилы	5,0
Бензо(а)пирен	12
Бериллий, сульфат	$3 \cdot 10^3$
Диоксины (смесь)	$1,6 \cdot 10^5$

Если решаются задачи, связанные с потреблением питьевой воды, то среднесуточное поступление  $m$  канцерогена с водой на 1 кг массы тела человека определяется по несколько измененной формуле:

$$m = \frac{C \times v \times f \times T_p}{P \times T}$$

где  $C$  - концентрация канцерогена в питьевой воде, мг/л;  $v$  - скорость поступления воды в организм человека, л/сут. Считается, что взрослый человек выпивает ежедневно 2 литра воды;  $f$  - количество дней в году, в течение которых происходит воздействие канцерогена;  $T_p$  - количество лет, в течение которых потребляется рассматриваемая питьевая вода.

Величины  $P$  и  $T$  - такие же, как и в формуле, по которой рассчитывается поступление канцерогена с воздухом.

Если решаются задачи, связанные с потреблением продуктов питания, то среднесуточное поступление  $m$  канцерогена с пищей, приведенное к 1 кг массы тела человека, определяют по формуле:

$$m = \frac{C \times M \times T_p}{P \times T}$$

где  $C$  - концентрация канцерогена в рассматриваемом пищевом продукте;  $M$  - количество продукта, потребляемого за один год;  $T_p$  - коли-

чество лет, в течение которых потребляется рассматриваемый продукт; величины  $P$  и  $T$  - такие же, как и в формуле, по которой рассчитывается поступление канцерогена поступления канцерогена с воздухом или с водой.

После того, как вычислено среднесуточное поступление  $m$  канцерогена, приведенное к 1 кг массы тела человека, рассчитывают индивидуальный канцерогенный риск  $r$  по формуле:

$$r = m \times F_r$$

где  $F_r$  - фактор риска, выражаемый в  $(\text{мг/кг}\cdot\text{сут})^{-1}$ , его значения приведены в табл. 4 и 5.

Если  $r \leq 10^{-6}$ , индивидуальный канцерогенный риск считается пренебрежимо малым. Верхний предел допустимого индивидуального канцерогенного риска принимается равным  $10^{-4}$ .

Если  $r > 10^{-4}$ , индивидуальный канцерогенный риск считается недопустимым.

В случае воздействия нескольких канцерогенов полный риск выражается суммой отдельных рисков:

$$r_i = r_1 + r_2 + \dots$$

Коллективный канцерогенный риск  $R$  определяется формулами:

$$R = r \times N, \quad R_i = r_i \times N$$

где  $N$  - количество человек, подвергающихся данному риску.

### Задание 2

В воздухе вблизи завода находится токсикант, концентрация которого составляет  $C$ ,  $\text{мг/м}^3$ . На протяжении  $T_p$  лет таким воздухом дышит население, численность которого составляет  $N$  тыс. человек. Количество дней, в течение которых люди подвергаются канцерогенному риску, равно в среднем  $f$ . Рассчитать значения индивидуального и коллективного канцерогенного рисков.

№ вар.	Токсикант	$T_p$	$N$	$f$	$C$	№ вар.	Токсикант	$T_p$	$N$	$f$	$C$
1	Дихлорметан	10	6	300	12	11	Хлорбензол	6	8	275	16
2	Формальдегид	6	8	275	10	12	Бензол	4	4	300	9
3	Бензол	5	4,5	300	8	13	Никель (пыль в воздухе)	5	7	275	0,03
4	Хлорбензол	8	5	275	20	14	Мышьяк	4	6	300	0,01
5	Никель (пыль в воздухе)	5	4	300	0,01	15	Свинец и его соединения	5	8	275	4
6	Хром (VI)	6	8	300	0,002	16	Формальдегид	8	6	300	8

7	Бензо(а)пирен	7	9	275	$6 \cdot 10^{-6}$	17	Дихлорметан	5	10	275	10
8	Выхлопные газы дизельных двигателей	10	3	300	$5 \cdot 10^{-5}$	18	Хром (VI)	4	9	300	0,006
9	Свинец и его соединения	8	6	275	6	19	Выхлопные газы дизельных двигателей	2	13	275	$3 \cdot 10^{-5}$
10	Мышьяк	3	0,5	300	0,03	20	Бензо(а)пирен	4	5	300	$4 \cdot 10^{-6}$

### Контрольные вопросы

1. Методика оценки риска угрозы здоровью при воздействии пороговых токсикантов.
2. Методика оценки риска угрозы здоровью при воздействии беспороговых токсикантов (нерадиационных канцерогенов).
3. Исходные данные оценки риска угрозы здоровью при воздействии пороговых и беспороговых токсикантов.

### Список рекомендуемой литературы

1. Ваганов П.А. Как рассчитать риск угрозы здоровью из-за загрязнения окружающей среды СПб., 2008. 129с.
2. Майстренко В.Н. Эколого-аналитический мониторинг супертоксикантов М.. 1996, 168с.

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды



ПРЕДЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

2014 г.

**Расчет экологического риска и  
определение индекса вреда от  
употребления в пищу загрязнённых  
продуктов**

Методические указания к проведению практического занятия  
по дисциплинам «Экология», «Экология городской среды»,  
«Экология Курского края», «Оценка воздействия на окружающую  
среду», «Техногенные системы и экологический риск», «Источники  
загрязнения среды обитания» для студентов всех специальностей и  
направлений

Курск 2014

УДК 614.7

Составители: Е.А. Преликова, В.В. Протасов

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *Г.П. Тимофеев*

**Расчет экологического риска и определение индекса вреда от употребления в пищу загрязнённых продуктов: методические указания к проведению практического занятия по дисциплинам «Экология», «Экология городской среды», «Экология Курского края», «Оценка воздействия на окружающую среду», «Техногенные системы и экологический риск», «Источники загрязнения среды обитания» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Е.А. Преликова, В.В. Протасов. Курск, 2014. 20 с.; Библиогр.: с. 20.**

Представлена методика расчёта экологического риска, определения индекса вреда от употребления в пищу загрязнённых продуктов.

Предназначены для студентов всех специальностей и направлений, изучающих дисциплины «Экология», «Экология городской среды», «Экология Курского края», «Оценка воздействия на окружающую среду», «Техногенные системы и экологический риск», «Источники загрязнения среды обитания».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать      Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.  
Усл. печ. л. 1,16. Уч.-изд.л. 1,05. Тираж 30 экз. Заказ 44. Бесплатно.  
Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

**Цель работы:** приобретение знаний и навыков по расчету экологического риска и индекса вреда от употребления в пищу загрязнённых продуктов. Произвести расчет экологического риска и определить индекса вреда от употребления в пищу загрязнённых продуктов.

### **Основные положения**

*Экологический риск* - это оценка на всех уровнях - от точечного до глобального - вероятности появления негативных изменений в окружающей среде, вызванных антропогенным или иным воздействием. Под экологическим риском понимают также вероятностную меру опасности причинения вреда природной среде в виде возможных потерь за определенное время.

Выделяют две основных категории рисков: риск абсолютный и риск относительный.

*Абсолютный риск* - число дополнительных случаев патологических эффектов, вызванных воздействием какого-либо фактора или их комбинации в пересчете единицы дозы и единицы времени на человека. Например, заболевания (частота) вследствие облучения составляют только часть от общего риска, т.е. избыток, обусловленный облучением (мы предполагаем, что воздействие факторов аддитивно) над спонтанным (ожидаемым) уровнем. В самой элементарной форме абсолютный риск характеризуется отношением пострадавших (заболевших не только от облучения) людей к численности популяции.

*Относительный риск* - отношение частоты неблагоприятных эффектов в популяции, подвергшейся воздействию вредного фактора, к частоте таких же эффектов при отсутствии действия фактора (в той же популяции). Под выражением «той же популяции» подразумевается подобие половой, возрастной, этнической и социальной структур.

### **Правила допустимого экологического риска**

- 1) неизбежность потерь в природной среде;
- 2) минимальность потерь в природной среде;
- 3) реальная возможность восстановления потерь в природной среде;

4) отсутствие вреда здоровью человека и необратимость изменений в природной среде;

5) соразмерность экологического вреда и экономического эффекта.

Различают *три главные составляющие экологического риска*:

- оценка состояния здоровья человека и возможного числа жертв;

- оценка состояния биоты (в первую очередь фотосинтезирующих организмов) по биологическим интегральным показателям;

- оценка воздействия загрязняющих веществ, техногенных аварий и стихийных бедствий на человека и окружающую природную среду.

### **Классификация рисков**

Экологический риск, как один из видов риска, можно классифицировать по масштабу проявления, по степени допустимости, по прогнозированию, по возможности предотвращения, по возможности страхования.

Исходя из причин возникновения, можно представить такую классификацию экологических рисков.

*Природно-экологические риски* - риски, обусловленные изменениями в окружающей природной среде.

*Технико-экологические риски* - риски, обусловленные появлением и развитием техносферы:

*Риск устойчивых техногенных воздействий* - риск, связанный с изменениями окружающей среды в результате обычной хозяйственной деятельности;

*Риск катастрофических воздействий* - риск, связанный с изменениями окружающей среды в результате техногенных катастроф, аварий, инцидентов.

*Социально-экологические риски* - риски, обусловленные защитной реакцией государства и общества на обострение экологической обстановки:

*Эколого-нормативный риск* - риск, обусловленный принятием экологических законов и норм или их постоянным ужесточением;

*Эколого-политический риск* - риск, обусловленный экологическими акциями протеста.

*Экономо-экологические риски* - риски, обусловленные финансово - хозяйственной деятельностью.

### **Оценка экологического риска**

*Оценка экологических рисков* - это выявление и оценка вероятности наступления событий, имеющих неблагоприятные последствия для состояния окружающей среды, здоровья населения, деятельности предприятия и вызванного загрязнением окружающей среды, нарушением экологических требований, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера.

Оценка экологических рисков включает следующие этапы:

- установление, какие аварийные ситуации, связанные с загрязнением окружающей среды, могут возникнуть вследствие проекта
- оценка стоимости работ по полному устранению экологически значимых последствий, вызванных аварийной ситуацией каждого вида
- определение вероятностей аварийных ситуаций каждого вида.

### **Методика расчёта экологического риска и определения индекса вреда от употребления в пищу загрязнённых продуктов**

**Индекс ежедневного потребления заражённой воды** можно рассчитать по формуле:

$$I = \frac{C \times V \times n \times t}{m \times N} \quad (1)$$

где I – индекс ежедневного потребления заражённой воды, мг/кг в день;

C – концентрация загрязняющего вещества;

V – потребление воды в сутки, л;

n – частота потребления, день;

t – продолжительность воздействия, год;

m – масса тела человека, кг;

N – частота воздействия, день.



**Риск ежедневного потребления заражённой воды:**

$$Risk = I \times a \quad (2)$$

где  $a$  – фактор злокачественного новообразования,  $(\text{мг/кг в день})^{-1}$

**Дневная доза хронического воздействия от загрязняющего вещества** ( $\text{мг/кг в день}$ ) рассчитывается по формуле (3)

$$E = \frac{C \times V}{m} \quad (3)$$

**Коэффициент вреда загрязняющего вещества:**

$$HI = \frac{E}{D} \quad (4)$$

где  $HI$  – коэффициент вреда загрязняющего вещества;  
 $D$  – пороговое значение загрязняющего вещества,  $\text{мг/кг}$ .

**Общий индекс вреда загрязняющих веществ:**

$$HI_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n HI \quad (5)$$

Если  $HI < 1$ , то ущерба здоровью нет.

**Индекс вреда от употребления в пищу загрязнённых продуктов** ( $\text{мг/кг}$ ) рассчитывается по формуле 6.

$$Ir = \frac{C \times q \times f}{m} \quad (6)$$

где  $q$  – потребление продукта в пищу,  $\text{г/день}$ ;  
 $C$  – концентрация,  $\text{мг/кг}$ ;  
 $f$  – доля загрязнённого продукта в общем объёме потребления;  
 $m$  – масса тела человека,  $\text{кг}$ .

**Индекс вреда, связанный с хроническим потреблением в пищу загрязнённых продуктов:**

$$IR = \frac{Ir}{D} \quad (7)$$

где  $Ir$  – индекс вреда от употребления в пищу загрязнённых продуктов,  $\text{мг/кг}$ ;  
 $D$  – пороговое значение загрязняющего вещества,  $\text{мг/кг}$ .

### Вариант 1

Рассчитайте вероятность возникновения (риск) злокачественного новообразования у человека при потреблении заражённой бензолом воды из частного колодца (известно, что воздействие бензола может привести к заболеванию лейкемией). Сделайте вывод о том, сколько человек подвергается риску заболевания.

Исходные данные: концентрация бензола в воде колодца 0,000875 мг/л; вес человека, подвергающегося воздействию, 70 кг; частота потребления 70 дней в году; продолжительность воздействия 70 лет; ежедневное потребление воды 2 л. Период усреднения равен 70 годам при частоте 365 дней за год. Фактор злокачественного новообразования  $0,029 \text{ (мг/кг в день)}^{-1}$

### Вариант 2

Рассчитайте индекс вреда от неканцерогенного воздействия загрязнённой воды из колодца, содержащей фенол (опасен для почек и печени), нитробензол (опасен для многих органов и систем) и цианид (влияет на функцию щитовидной железы) в концентрациях 3,5; 0,0035 и 0,0105 мг/л соответственно. Сделайте вывод о том, существует ли ущерб здоровью населения.

Исходные данные: вес человека, подвергающегося воздействию, 70 кг; частота потребления 70 дней в году; продолжительность воздействия 70 лет; ежедневное потребление воды 2 л. Период усреднения равен 70 годам при частоте 365 дней за год. Пороговое значение фенола 0,6 мг/кг в день, нитробензола 0,0005 мг/кг в день, цианида 0,002 мг/кг в день.

### Вариант 3

Рассчитайте индекс вреда, связанный с хроническим употреблением в пищу рыбы, загрязнённой фенолом. Концентрация фенола в рыбе равна 0,107 мг/кг. Доля загрязнённого продукта в общем объёме потребляемой рыбы равна 0,8. Потребление рыбы в пищу составляет 6,5 г/день при частоте воздействия 365 дней в году. Продолжительность воздействия 70 лет, вес тела человека 70 кг. Время усреднения составляет 70 лет

при частоте усреднения 365 дней за год. Пороговое значение фенола равно 0,6 мг/кг в день.

#### Вариант 4

Рассчитайте вероятность (риск) возникновения злокачественного новообразования у человека при потреблении заражённой бензолом воды из частного колодца (известно, что воздействие бензола может привести к заболеванию лейкемией). Сделайте вывод о том, сколько человек подвергается риску заболевания.

Исходные данные: концентрация бензола в воде колодца 0,000529 мг/л; вес человека, подвергающегося воздействию, 55 кг; частота потребления 65 дней в году; продолжительность воздействия 65 лет; ежедневное потребление воды 1 л. Период усреднения равен 65 годам при частоте 360 дней за год. Фактор злокачественного новообразования  $0,031 \text{ (мг/кг в день)}^{-1}$

#### Вариант 5

Рассчитайте индекс вреда от неканцерогенного воздействия загрязнённой воды из колодца, содержащей фенол (опасен для почек и печени), нитробензол (опасен для многих органов и систем) и цианид (влияет на функцию щитовидной железы) в концентрациях 2,9; 0,0075 и 0,0095 мг/л соответственно. Сделайте вывод о том, существует ли ущерб здоровью населения.

Исходные данные: вес человека, подвергающегося воздействию, 70 кг; частота потребления 70 дней в году; продолжительность воздействия 70 лет; ежедневное потребление воды 2 л. Период усреднения равен 70 годам при частоте 365 дней за год. Пороговое значение фенола 0,6 мг/кг в день, нитробензола 0,0005 мг/кг в день, цианида 0,002 мг/кг в день.

#### Вариант 6

Рассчитайте индекс вреда, связанный с хроническим употреблением в пищу рыбы, загрязнённой фенолом. Концентрация фенола в рыбе равна 0,267 мг/кг. Доля загрязнённого продукта в общем объёме потребляемой рыбы равна 0,7. Потребление рыбы в пищу составляет 9,5 г/день при частоте

воздействия 365 дней в году. Продолжительность воздействия 70 лет, вес тела человека 90 кг. Время усреднения составляет 70 лет при частоте усреднения 365 дней за год. Пороговое значение фенола равно 0,6 мг/кг в день.

#### **Вариант 7**

Рассчитайте вероятность (риск) возникновения злокачественного новообразования у человека при потреблении заражённой бензолом воды из частного колодца (известно, что воздействие бензола может привести к заболеванию лейкемией). Сделайте вывод о том, сколько человек подвергается риску заболевания.

Исходные данные: концентрация бензола в воде колодца 0,000569 мг/л; вес человека, подвергающегося воздействию, 49 кг; частота потребления 90 дней в году; продолжительность воздействия 90 лет; ежедневное потребление воды 1,5 л. Период усреднения равен 90 годам при частоте 330 дней за год. Фактор злокачественного новообразования  $0,044 \text{ (мг/кг в день)}^{-1}$

#### **Вариант 8**

Рассчитайте индекс вреда от неканцерогенного воздействия загрязнённой воды из колодца, содержащей фенол (опасен для почек и печени), нитробензол (опасен для многих органов и систем) и цианид (влияет на функцию щитовидной железы) в концентрациях 3,1; 0,0195 и 0,0049 мг/л соответственно. Сделайте вывод о том, существует ли ущерб здоровью населения.

Исходные данные: вес человека, подвергающегося воздействию, 20 кг; частота потребления 80 дней в году; продолжительность воздействия 80 лет; ежедневное потребление воды 2 л. Период усреднения равен 80 годам при частоте 365 дней за год. Пороговое значение фенола 0,6 мг/кг в день, нитробензола 0,0005 мг/кг в день, цианида 0,002 мг/кг в день.

#### **Вариант 9**

Рассчитайте индекс вреда, связанный с хроническим употреблением в пищу рыбы, загрязнённой фенолом. Концентрация фенола в рыбе равна 0,164 мг/кг. Доля загрязнённого

продукта в общем объёме потребляемой рыбы равна 0,3. Потребление рыбы в пищу составляет 10,15 г/день при частоте воздействия 365 дней в году. Продолжительность воздействия 50 лет, вес тела человека 64 кг. Время усреднения составляет 50 лет при частоте усреднения 365 дней за год. Пороговое значение фенола равно 0,6 мг/кг в день.

#### **Вариант 10**

Рассчитайте вероятность (риск) возникновения злокачественного новообразования у человека при потреблении заражённой бензолом воды из частного колодца (известно, что воздействие бензола может привести к заболеванию лейкемией). Сделайте вывод о том, сколько человек подвергается риску заболевания.

Исходные данные: концентрация бензола в воде колодца 0,00170 мг/л; вес человека, подвергающегося воздействию, 80 кг; частота потребления 25 дней в году; продолжительность воздействия 25 лет; ежедневное потребление воды 3 л. Период усреднения равен 25 годам при частоте 365 дней за год. Фактор злокачественного новообразования  $0,049 \text{ (мг/кг в день)}^{-1}$

#### **Вариант 11**

Рассчитайте индекс вреда от неканцерогенного воздействия загрязнённой воды из колодца, содержащей фенол (опасен для почек и печени), нитробензол (опасен для многих органов и систем) и цианид (влияет на функцию щитовидной железы) в концентрациях 2,3; 0,0061 и 0,0074 мг/л соответственно. Сделайте вывод о том, существует ли ущерб здоровью населения.

Исходные данные: вес человека, подвергающегося воздействию, 73 кг; частота потребления 60 дней в году; продолжительность воздействия 60 лет; ежедневное потребление воды 2 л. Период усреднения равен 60 годам при частоте 365 дней за год. Пороговое значение фенола 0,6 мг/кг в день, нитробензола 0,0005 мг/кг в день, цианида 0,002 мг/кг в день.

### Вариант 12

Рассчитайте индекс вреда, связанный с хроническим употреблением в пищу рыбы, загрязнённой фенолом. Концентрация фенола в рыбе равна 0,457 мг/кг. Доля загрязнённого продукта в общем объёме потребляемой рыбы равна 0,54. Потребление рыбы в пищу составляет 4,5 г/день при частоте воздействия 365 дней в году. Продолжительность воздействия 70 лет, вес тела человека 56 кг. Время усреднения составляет 70 лет при частоте усреднения 365 дней за год. Пороговое значение фенола равно 0,6 мг/кг в день.

### Вариант 13

Рассчитайте вероятность (риск) возникновения злокачественного новообразования у человека при потреблении заражённой бензолом воды из частного колодца (известно, что воздействие бензола может привести к заболеванию лейкемией). Сделайте вывод о том, сколько человек подвергается риску заболевания.

Исходные данные: концентрация бензола в воде колодца 0,0004689 мг/л; вес человека, подвергающегося воздействию, 61 кг; частота потребления 45 дней в году; продолжительность воздействия 45 лет; ежедневное потребление воды 1 л. Период усреднения равен 45 годам при частоте 361 день за год. Фактор злокачественного новообразования  $0,015 \text{ (мг/кг в день)}^{-1}$

### Вариант 14

Рассчитайте индекс вреда от неканцерогенного воздействия загрязнённой воды из колодца, содержащей фенол (опасен для почек и печени), нитробензол (опасен для многих органов и систем) и цианид (влияет на функцию щитовидной железы) в концентрациях 5,9; 0,0031 и 0,0089 мг/л соответственно. Сделайте вывод о том, существует ли ущерб здоровью населения.

Исходные данные: вес человека, подвергающегося воздействию, 68 кг; частота потребления 40 дней в году; продолжительность воздействия 40 лет; ежедневное потребление воды 2 л. Период усреднения равен 40 годам при частоте 365 дней

за год. Пороговое значение фенола 0,6 мг/кг в день, нитробензола 0,0005 мг/кг в день, цианида 0,002 мг/кг в день.

#### Вариант 15

Рассчитайте индекс вреда, связанный с хроническим употреблением в пищу рыбы, загрязнённой фенолом. Концентрация фенола в рыбе равна 0,4678 мг/кг. Доля загрязнённого продукта в общем объёме потребляемой рыбы равна 0,59. Потребление рыбы в пищу составляет 9,5 г/день при частоте воздействия 365 дней в году. Продолжительность воздействия 70 лет, вес тела человека 90 кг. Время усреднения составляет 70 лет при частоте усреднения 365 дней за год. Пороговое значение фенола равно 0,6 мг/кг в день.

#### Вариант 16

Рассчитайте вероятность (риск) возникновения злокачественного новообразования у человека при потреблении заражённой бензолом воды из частного колодца (известно, что воздействие бензола может привести к заболеванию лейкемией). Сделайте вывод о том, сколько человек подвергается риску заболевания.

Исходные данные: концентрация бензола в воде колодца 0,000529 мг/л; вес человека, подвергающегося воздействию, 85 кг; частота потребления 65 дней в году; продолжительность воздействия 65 лет; ежедневное потребление воды 2 л. Период усреднения равен 65 годам при частоте 360 дней за год. Фактор злокачественного новообразования  $0,034 \text{ (мг/кг в день)}^{-1}$

#### Вариант 17

Рассчитайте индекс вреда от неканцерогенного воздействия загрязнённой воды из колодца, содержащей фенол (опасен для почек и печени), нитробензол (опасен для многих органов и систем) и цианид (влияет на функцию щитовидной железы) в концентрациях 2,9; 0,0075 и 0,0095 мг/л соответственно. Сделайте вывод о том, существует ли ущерб здоровью населения.

Исходные данные: вес человека, подвергающегося воздействию, 70 кг; частота потребления 70 дней в году;

продолжительность воздействия 70 лет; ежедневное потребление воды 2 л. Период усреднения равен 70 годам при частоте 365 дней за год. Пороговое значение фенола 0,6 мг/кг в день, нитробензола 0,0005 мг/кг в день, цианида 0,002 мг/кг в день.

### Вариант 18

Рассчитайте индекс вреда, связанный с хроническим употреблением в пищу рыбы, загрязнённой фенолом. Концентрация фенола в рыбе равна 0,27889 мг/кг. Доля загрязнённого продукта в общем объёме потребляемой рыбы равна 0,8. Потребление рыбы в пищу составляет 10,1 г/день при частоте воздействия 365 дней в году. Продолжительность воздействия 70 лет, вес тела человека 90 кг. Время усреднения составляет 70 лет при частоте усреднения 365 дней за год. Пороговое значение фенола равно 0,6 мг/кг в день.

### Вариант 19

Рассчитайте вероятность возникновения (риск) злокачественного новообразования у человека при потреблении заражённой бензолом воды из частного колодца (известно, что воздействие бензола может привести к заболеванию лейкемией). Сделайте вывод о том, сколько человек подвергается риску заболевания.

Исходные данные: концентрация бензола в воде колодца 0,000875 мг/л; вес человека, подвергающегося воздействию, 70 кг; частота потребления 70 дней в году; продолжительность воздействия 70 лет; ежедневное потребление воды 2 л. Период усреднения равен 70 годам при частоте 365 дней за год. Фактор злокачественного новообразования  $0,029 \text{ (мг/кг в день)}^{-1}$

### Вариант 20

Рассчитайте индекс вреда от неканцерогенного воздействия загрязнённой воды из колодца, содержащей фенол (опасен для почек и печени), нитробензол (опасен для многих органов и систем) и цианид (влияет на функцию щитовидной железы) в концентрациях 3,5; 0,0035 и 0,0105 мг/л соответственно. Сделайте вывод о том, существует ли ущерб здоровью населения.



Исходные данные: вес человека, подвергающегося воздействию, 70 кг; частота потребления 70 дней в году; продолжительность воздействия 70 лет; ежедневное потребление воды 2 л. Период усреднения равен 70 годам при частоте 365 дней за год. Пороговое значение фенола 0,6 мг/кг в день, нитробензола 0,0005 мг/кг в день, цианида 0,002 мг/кг в день.

### **Вариант 21**

Рассчитайте индекс вреда, связанный с хроническим употреблением в пищу рыбы, загрязнённой фенолом. Концентрация фенола в рыбе равна 0,107 мг/кг. Доля загрязнённого продукта в общем объёме потребляемой рыбы равна 0,8. Потребление рыбы в пищу составляет 6,5 г/день при частоте воздействия 365 дней в году. Продолжительность воздействия 70 лет, вес тела человека 70 кг. Время усреднения составляет 70 лет при частоте усреднения 365 дней за год. Пороговое значение фенола равно 0,6 мг/кг в день.

### **Вариант 22**

Рассчитайте вероятность (риск) возникновения злокачественного новообразования у человека при потреблении заражённой бензолом воды из частного колодца (известно, что воздействие бензола может привести к заболеванию лейкемией). Сделайте вывод о том, сколько человек подвергается риску заболевания.

Исходные данные: концентрация бензола в воде колодца 0,000529 мг/л; вес человека, подвергающегося воздействию, 55 кг; частота потребления 65 дней в году; продолжительность воздействия 65 лет; ежедневное потребление воды 1 л. Период усреднения равен 65 годам при частоте 360 дней за год. Фактор злокачественного новообразования  $0,031 \text{ (мг/кг в день)}^{-1}$

### **Вариант 23**

Рассчитайте индекс вреда от неканцерогенного воздействия загрязнённой воды из колодца, содержащей фенол (опасен для почек и печени), нитробензол (опасен для многих органов и систем) и цианид (влияет на функцию щитовидной железы) в

концентрациях 2,9; 0,0075 и 0,0095 мг/л соответственно. Сделайте вывод о том, существует ли ущерб здоровью населения.

Исходные данные: вес человека, подвергающегося воздействию, 70 кг; частота потребления 70 дней в году; продолжительность воздействия 70 лет; ежедневное потребление воды 2 л. Период усреднения равен 70 годам при частоте 365 дней за год. Пороговое значение фенола 0,6 мг/кг в день, нитробензола 0,0005 мг/кг в день, цианида 0,002 мг/кг в день.

#### **Вариант 24**

Рассчитайте индекс вреда, связанный с хроническим употреблением в пищу рыбы, загрязнённой фенолом. Концентрация фенола в рыбе равна 0,267 мг/кг. Доля загрязнённого продукта в общем объёме потребляемой рыбы равна 0,7. Потребление рыбы в пищу составляет 9,5 г/день при частоте воздействия 365 дней в году. Продолжительность воздействия 70 лет, вес тела человека 90 кг. Время усреднения составляет 70 лет при частоте усреднения 365 дней за год. Пороговое значение фенола равно 0,6 мг/кг в день.

#### **Вариант 25**

Рассчитайте вероятность (риск) возникновения злокачественного новообразования у человека при потреблении заражённой бензолом воды из частного колодца (известно, что воздействие бензола может привести к заболеванию лейкемией). Сделайте вывод о том, сколько человек подвергается риску заболевания.

Исходные данные: концентрация бензола в воде колодца 0,000569 мг/л; вес человека, подвергающегося воздействию, 49 кг; частота потребления 90 дней в году; продолжительность воздействия 90 лет; ежедневное потребление воды 1,5 л. Период усреднения равен 90 годам при частоте 330 дней за год. Фактор злокачественного новообразования  $0,044 \text{ (мг/кг в день)}^{-1}$

#### **Вариант 26**

Рассчитайте индекс вреда от неканцерогенного воздействия загрязнённой воды из колодца, содержащей фенол (опасен для

почек и печени), нитробензол (опасен для многих органов и систем) и цианид (влияет на функцию щитовидной железы) в концентрациях 3,1; 0,0195 и 0,0049 мг/л соответственно. Сделайте вывод о том, существует ли ущерб здоровью населения.

Исходные данные: вес человека, подвергающегося воздействию, 20 кг; частота потребления 80 дней в году; продолжительность воздействия 80 лет; ежедневное потребление воды 2 л. Период усреднения равен 80 годам при частоте 365 дней за год. Пороговое значение фенола 0,6 мг/кг в день, нитробензола 0,0005 мг/кг в день, цианида 0,002 мг/кг в день.

#### **Вариант 27**

Рассчитайте индекс вреда, связанный с хроническим употреблением в пищу рыбы, загрязнённой фенолом. Концентрация фенола в рыбе равна 0,164 мг/кг. Доля загрязнённого продукта в общем объёме потребляемой рыбы равна 0,3. Потребление рыбы в пищу составляет 10,15 г/день при частоте воздействия 365 дней в году. Продолжительность воздействия 50 лет, вес тела человека 64 кг. Время усреднения составляет 50 лет при частоте усреднения 365 дней за год. Пороговое значение фенола равно 0,6 мг/кг в день.

#### **Вариант 28**

Рассчитайте вероятность (риск) возникновения злокачественного новообразования у человека при потреблении заражённой бензолом воды из частного колодца (известно, что воздействие бензола может привести к заболеванию лейкемией). Сделайте вывод о том, сколько человек подвергается риску заболевания.

Исходные данные: концентрация бензола в воде колодца 0,00170 мг/л; вес человека, подвергающегося воздействию, 80 кг; частота потребления 25 дней в году; продолжительность воздействия 25 лет; ежедневное потребление воды 3 л. Период усреднения равен 25 годам при частоте 365 дней за год. Фактор злокачественного новообразования  $0,049 \text{ (мг/кг в день)}^{-1}$

### Вариант 29

Рассчитайте индекс вреда от неканцерогенного воздействия загрязнённой воды из колодца, содержащей фенол (опасен для почек и печени), нитробензол (опасен для многих органов и систем) и цианид (влияет на функцию щитовидной железы) в концентрациях 2,3; 0,0061 и 0,0074 мг/л соответственно. Сделайте вывод о том, существует ли ущерб здоровью населения.

Исходные данные: вес человека, подвергающегося воздействию, 73 кг; частота потребления 60 дней в году; продолжительность воздействия 60 лет; ежедневное потребление воды 2 л. Период усреднения равен 60 годам при частоте 365 дней за год. Пороговое значение фенола 0,6 мг/кг в день, нитробензола 0,0005 мг/кг в день, цианида 0,002 мг/кг в день.

### Вариант 30

Рассчитайте индекс вреда, связанный с хроническим употреблением в пищу рыбы, загрязнённой фенолом. Концентрация фенола в рыбе равна 0,457 мг/кг. Доля загрязнённого продукта в общем объёме потребляемой рыбы равна 0,54. Потребление рыбы в пищу составляет 4,5 г/день при частоте воздействия 365 дней в году. Продолжительность воздействия 70 лет, вес тела человека 56 кг. Время усреднения составляет 70 лет при частоте усреднения 365 дней за год. Пороговое значение фенола равно 0,6 мг/кг в день.

### Вариант 31

Рассчитайте вероятность (риск) возникновения злокачественного новообразования у человека при потреблении заражённой бензолом воды из частного колодца (известно, что воздействие бензола может привести к заболеванию лейкемией). Сделайте вывод о том, сколько человек подвергается риску заболевания.

Исходные данные: концентрация бензола в воде колодца 0,0004689 мг/л; вес человека, подвергающегося воздействию, 61 кг; частота потребления 45 дней в году; продолжительность воздействия 45 лет; ежедневное потребление воды 1 л. Период

усреднения равен 45 годам при частоте 361 день за год. Фактор злокачественного новообразования  $0,015 \text{ (мг/кг в день)}^{-1}$

### Вариант 32

Рассчитайте индекс вреда от неканцерогенного воздействия загрязнённой воды из колодца, содержащей фенол (опасен для почек и печени), нитробензол (опасен для многих органов и систем) и цианид (влияет на функцию щитовидной железы) в концентрациях 5,9; 0,0031 и 0,0089 мг/л соответственно. Сделайте вывод о том, существует ли ущерб здоровью населения.

Исходные данные: вес человека, подвергающегося воздействию, 68 кг; частота потребления 40 дней в году; продолжительность воздействия 40 лет; ежедневное потребление воды 2 л. Период усреднения равен 40 годам при частоте 365 дней за год. Пороговое значение фенола 0,6 мг/кг в день, нитробензола 0,0005 мг/кг в день, цианида 0,002 мг/кг в день.

### Вариант 33

Рассчитайте индекс вреда, связанный с хроническим употреблением в пищу рыбы, загрязнённой фенолом. Концентрация фенола в рыбе равна 0,4678 мг/кг. Доля загрязнённого продукта в общем объёме потребляемой рыбы равна 0,59. Потребление рыбы в пищу составляет 9,5 г/день при частоте воздействия 365 дней в году. Продолжительность воздействия 70 лет, вес тела человека 90 кг. Время усреднения составляет 70 лет при частоте усреднения 365 дней за год. Пороговое значение фенола равно 0,6 мг/кг в день.

### Вариант 34

Рассчитайте вероятность (риск) возникновения злокачественного новообразования у человека при потреблении заражённой бензолом воды из частного колодца (известно, что воздействие бензола может привести к заболеванию лейкемией). Сделайте вывод о том, сколько человек подвергается риску заболевания.

Исходные данные: концентрация бензола в воде колодца 0,000529 мг/л; вес человека, подвергающегося воздействию, 85 кг;

частота потребления 65 дней в году; продолжительность воздействия 65 лет; ежедневное потребление воды 2 л. Период усреднения равен 65 годам при частоте 360 дней за год. Фактор злокачественного новообразования  $0,034 \text{ (мг/кг в день)}^{-1}$

### Вариант 35

Рассчитайте индекс вреда от неканцерогенного воздействия загрязнённой воды из колодца, содержащей фенол (опасен для почек и печени), нитробензол (опасен для многих органов и систем) и цианид (влияет на функцию щитовидной железы) в концентрациях 2,9; 0,0075 и 0,0095 мг/л соответственно. Сделайте вывод о том, существует ли ущерб здоровью населения.

Исходные данные: вес человека, подвергающегося воздействию, 70 кг; частота потребления 70 дней в году; продолжительность воздействия 70 лет; ежедневное потребление воды 2 л. Период усреднения равен 70 годам при частоте 365 дней за год. Пороговое значение фенола 0,6 мг/кг в день, нитробензола 0,0005 мг/кг в день, цианида 0,002 мг/кг в день.

### Вариант 36

Рассчитайте индекс вреда, связанный с хроническим употреблением в пищу рыбы, загрязнённой фенолом. Концентрация фенола в рыбе равна 0,27889 мг/кг. Доля загрязнённого продукта в общем объёме потребляемой рыбы равна 0,8. Потребление рыбы в пищу составляет 10,1 г/день при частоте воздействия 365 дней в году. Продолжительность воздействия 70 лет, вес тела человека 90 кг. Время усреднения составляет 70 лет при частоте усреднения 365 дней за год. Пороговое значение фенола равно 0,6 мг/кг в день.

### **Контрольные вопросы**

1. Дайте определение понятию «Экологический риск».
2. Абсолютный и относительный риски: сходства, отличия.
3. Правила допустимого экологического риска.
4. Составляющие экологического риска.
5. Классификация экологического риска по причинам возникновения.
6. Оценка экологического риска.

### **Список рекомендуемой литературы**

1. Башкин В.Н. Экологические риски: расчет, управление, страхование. -М.: Высш. шк., 2010. - 360.
2. Управление экологическими и экологическими рисками  
Автор: Карлин Л.Н., Абрамов В.М. – М.: РГГМУ, 2006. – 332 с
3. Быков А.А., Соленова Л.Г., Земляная Г.М., Фурман В.Д.  
Методические рекомендации по анализу и управлению риском  
воздействия на здоровье населения вредных факторов окружающей  
среды. - М.: "АНКИЛ", 1999. - 72 с.
4. Протасов В.Ф., Молчанов А.В. Экология, здоровье и  
природопользование в России. - М.: Финансы и статистика, 1995. - 528 с.

# **МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

2013 г.



## **ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА В СВЯЗИ С ЗАГРЯЗНЕНИЕМ СРЕДЫ**

Методические указания к проведению практического занятия  
по дисциплине «Оценка воздействия на окружающую среду»  
для студентов направления подготовки  
022000.62 Экология и природопользование

Курск 2013



УДК 500.3

Составитель В.В. Протасов, В.В. Юшин, В.М. Попов

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *А.В. Беседин*

**Оценка уровня заболеваемости и экологического риска в связи с загрязнением среды: методические указания к проведению практического занятия по дисциплине «Оценка воздействия на окружающую среду» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.В. Протасов, В.В. Юшин, В.М. Попов. Курск, 2013. 8 с.: Библиогр.: с. 8.**

Представлены методики прогноза уровня заболеваемости в связи с загрязнением среды и оценки экологического риска от строительства предприятия.

Предназначены для студентов направления подготовки 022000.62 Экология и природопользование, изучающих дисциплину «Оценка воздействия на окружающую среду» дневной формы обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать                      Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.  
Усл. печ. л. 0,47. Уч.-изд.л.0,42. Тираж 30 экз. Заказ *169* . Бесплатно.  
Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

**Цель занятия** – изучить методики прогноза уровня заболеваемости в связи с загрязнением среды и оценки экологического риска от строительства предприятия.

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### Прогноз уровня заболеваемости в связи с загрязнением среды

По предварительным медицинским исследованиям загрязнение воздушного бассейна наибольшее влияние оказывает на заболеваемость группы органов дыхания, которая, в свою очередь, отрицательно влияет на функционирование сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта и т.д. Методом построения эмпирических зависимостей было установлено, что между распространенностью болезней органов дыхания и болезнями других органов и систем существует тесная корреляционная связь, которую в большинстве случаев можно интерпретировать как функциональную зависимость:

$$\begin{aligned}
 1/Y_{з.н.} &= 0,5 + 0,93/Y_{од}; & (R=0,932) \\
 \ln Y_{с.с.} &= 0,023 \ln Y_{од} - 1,3; & (R=0,974) \\
 \ln Y_{с.} &= 0,021 \ln Y_{од} - 0,38 & (R=0,979) \\
 \ln Y_{ж.к.} &= 0,0151 \ln Y_{од} - 1,5 & (R=0,963) \\
 1/Y_{о.з.} &= 0,41 + 0,117/Y_{од};
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

где  $Y_{з.н.}$  - заболеваемость злокачественными новообразованиями на 1000 человек;  $Y_{од.}$  - заболеваемость органов дыхания на 1000 человек;  $Y_{с.с.}$  - заболеваемость болезнями сосудистой системы на 1000 человек;  $Y_{с.}$  - заболеваемость болезнями сердца на 1000 человек;  $Y_{ж.к.}$  - заболеваемость болезнями желудочно-кишечного тракта на 1000 человек;  $Y_{о.з.}$  - общая заболеваемость на 1000 человек.

Методом построения эмпирических зависимостей строятся уравнения регрессии между значением общей заболеваемости определенным видом болезни (на 1000 человек населения) и уравнением загрязнения атмосферы различными ингредиентами (показателями фактической концентрации). Так, в частности, была установлена корреляционная зависимость между общей заболеваемостью органов дыхания  $Y_{од}$  на 1000 человек и уровнем загрязнения пылью, CO, NO<sub>2</sub> и SO<sub>2</sub> ( $R = 0,71$ ):

$$Y_{од} = 162,2 + 22,4x_1 + 22,9x_2 + 102,4x_3 + 140,5x_4 \tag{2}$$

где  $x_1$  - среднегодовая концентрация пыли, мг/м<sup>3</sup>;  $x_2$  - среднегодовая концентрация CO, мг/м<sup>3</sup>;  $x_3$  - среднегодовая концентрация SO<sub>2</sub>, мг/м<sup>3</sup>;

$x_4$  - среднегодовая концентрация  $\text{NO}_2$ ,  $\text{мг/м}^3$ .

Зная среднегодовые концентрации загрязнителей, общее население территории, для которой рассчитывается ущерб, и средний ущерб от заболевания одного человека болезнями органов дыхания, можно рассчитать ущерб, который понесло народное хозяйство территории от заболеваемости населения болезнями органов дыхания из-за загрязнения атмосферы. При этом не следует забывать; что заболеваемость населения зависит не только от загрязнения атмосферы, но и от массы других факторов: от топографии местности, температуры воздуха, относительной его влажности, скорости ветра, состояния медицинского обслуживания, режима жизни, количества зеленых насаждений, уровня благоустройства города, т.е. развитости социальной инфраструктуры, транспорта, наличия детских учреждений и т.д.

### Оценка экологического риска

Любая производственная система является источником экологического риска. Экологический риск отражает вероятность возникновения и масштабы распространения опасных экологических ситуаций. Наиболее распространенными факторами экологического риска хозяйственной деятельности являются образование отходов производства, загрязнение водоемов и атмосферного воздуха вредными веществами.

Существует несколько применяемых на практике методов оценки экологического риска, в частности, известен метод суммирования уровней факторов риска, определяемых отношением их количественных характеристик к некоторым удельным параметрам окружающей среды (биосферы), принимаемым в качестве базовых.

Обобщенная формула расчета экологического риска методом суммирования уровней факторов риска:

$$R_э = 1/n \sum_{i=1}^n U_i \cdot 100, \% \quad (3)$$

$R_э$  - экологический риск, %;  $n$  — количество учитываемых факторов риска, сопутствующих функционированию конкретной производственной системы;  $U_i$  - уровень  $i$ -го фактора риска, изменяющийся в пределах от 0 до 1.

В соответствии со сложившейся практикой оценки антропогенного воздействия на окружающую природную среду предлагается оценивать пять комплексных факторов экологического риска, уровни которых можно рассчитывать по следующим формулам:

$$U_{пл} = (S_{пл}/S_0)\alpha \quad (4)$$

$$У_{эз} = (S_{э}/S_0)\beta \quad (5)$$

$$У_{оп} = (M_0/m_0)\gamma \quad (6)$$

$$У_{зв} = (V_B/v_0)\delta \quad (7)$$

$$У_{за} = (A_B/a_0)\sigma \quad (8)$$

где  $У_{пл}$ ,  $У_{эз}$ ,  $У_{оп}$ ,  $У_{зв}$ ,  $У_{за}$  - соответственно уровни повреждения ландшафта, энергетического загрязнения среды, образования отходов производства, загрязнения водоемов, загрязнения атмосферного воздуха;  $S_{п}$  - площадь ландшафтных повреждений, га;  $S_{э}$  - площадь территорий, подверженных энергетическому загрязнению, га;  $M_0$  - среднемесячное количество не утилизируемых отходов производства, т;  $V_B$  - среднемесячный объем возвратной воды, загрязненность которой превышает ПДК, м<sup>3</sup>;  $A_B$  - среднемесячная масса вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу в виде газов, пыли, дыма, т;  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\sigma$  - коэффициенты корреляции, соответственно учитывающие глубину повреждения ландшафта, интенсивность энергетического загрязнения среды, классы опасности веществ по ГОСТ 12.1.007-88, содержащихся в отходах, загрязненной возвратной воде, выбросах в атмосферу;  $S_0$ ,  $m_0$ ,  $v_0$ ,  $a_0$  - константы, соответственно обозначающие удельную площадь ландшафта, га, удельные запасы природного сырья, т, удельный среднемесячный сток воды, м<sup>3</sup>, удельную массу приземного слоя атмосферного воздуха, т.

Для определения значений указанных констант вводится понятие удельной единицы ландшафта (УЕЛ), в качестве которой принимается территория, описанная на местности радиусом, равным средней длине дуги меридиана в одну минуту, т.е. международной морской миле, составляющей 1852 м. Тогда площадь УЕЛ будет равна 1077 га.

Для удобства расчетов можно принять  $S_0 = 1000$  га и топографически совмещать центр круга УЕЛ с геометрическим центром территории предприятия, экологичность которого оценивается (если территория предприятия превышает площадь УЕЛ, отдельно оцениваются риски по цехам и структурным подразделениям, а затем они суммируются). Остальные константы по отношению к УЕЛ могут быть приняты в условных пропорциях, выражающих среднемесячные запасы на ее территории природного сырья, чистой воды, чистого воздуха. Обычно принимается:

$$m_0 = 1000\text{т}; v_0 = 1000\text{м}^3; a_0 = 1000\text{т}.$$

Тогда формула (3) расчета экологического риска, с учетом формул (4÷8) примет вид:

$$R_{э} = 0,02(\alpha S_{п} + \beta S_{э} + \gamma M_0 + \delta V_B + \sigma A_B) \quad (9)$$

Значения переменных величин, входящих в формулу (9), определяются расчетами по технико-экономическим показателям производства на стадии проектирования или инструментальными измерениями соответствующих параметров в условиях действующего предприятия. Так, площадь ландшафтных повреждений на территориях, принадлежащих предприятию или арендуемых им, определяется суммой:

$$S_{\text{п}} = S_{\text{к}} + S_{\text{с}} + S_{\text{з}} + S_{\text{т}} + S_{\text{н}} \quad (10)$$

где  $S_{\text{к}}$  - площади карьеров, шахт, скважин, и других мест разрушения поверхностного слоя земли;  $S_{\text{с}}$  - площади мест складирования сырья и материалов;  $S_{\text{з}}$  - площади мест захоронения и складирования отходов;  $S_{\text{т}}$  - площади транспортных и инженерных коммуникаций;  $S_{\text{н}}$  - площади неиспользуемых или приведенных в негодность земель.

Аналогичным образом определяются площади территорий, подверженных энергетическому загрязнению повышенными уровнями шума, инфразвука, электромагнитными и другими излучениями, исходящими от предприятия, экологичность которого оценивается.

Среднемесячное количество неутилизированных отходов производства определяется по материальному технологическому балансу:

$$M_0 = M_{\text{в}} - M_{\text{г.п}} - M_{\text{п.п}} \quad (11)$$

где в расчете на месячную программу выпуска продукции:  $M_{\text{в}}$  - количество исходного сырья, основных и вспомогательных материалов, введенных в производство, т;  $M_{\text{г.п}}$  - суммарная масса готовой продукции, т;  $M_{\text{п.п}}$  - масса побочных утилизируемых продуктов, т.

Среднемесячный сброс загрязненной воды, а также количество вредных выбросов в атмосферу определяется также по технологическим балансам производства или инструментальными замерами. Так называемые залповые сбросы тоже определяются расчетами или инструментально.

Корреляционные коэффициенты определяются по следующей схеме:

$\alpha \leq 1$ , если глубина повреждения ландшафта не превышает 1 м, а при большей глубине  $\alpha = 1 + 0,1$  за каждый последующий метр глубины повреждения;

$\beta < 1$ , если энергетическое загрязнение среды не превышает предельно-допустимый уровень (ПДУ), а в случаях превышения  $\beta = 1 + 0,1$  за каждый 1% превышения ПДУ;

-  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\sigma$  равны 2, если загрязняющие вещества относятся к первому классу опасности; 1,5 - ко второму; 1,0 - к третьему и 0,5 - к четвертому классу опасности.

Значения экологического риска, определяемые по формуле (9), могут изменяться от 0 до 100 % и более. В табл.1 представлены варианты ранжирования предприятий по величине экологического риска.

Таблица 1 Экологическая характеристика производства

Класс экологической опасности	Экологическая характеристика производства	Величина экологического риска, %
5	Безопасное	1
4	Относительно безопасное	1-5
3	Опасное	5-25
2	Особо опасное	25-50
1	Чрезвычайно опасное	50

### ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

1. Определите прогнозное количество больных в населенном пункте из-за загрязнения атмосферы, если известно следующее:

Показатели	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Плотность населения, чел/га	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135
Среднегодовая концентрация, мг/м <sup>3</sup> : пыли	10	12	14	15	11	9	8	7	6	13
CO	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
SO <sub>2</sub>	0,3	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,4
NO <sub>2</sub>	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11

2. Оцените экологический риск от строительства предприятия, если известно следующее:

Показатели	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Площадь ландшафтных повреждений Sp, га	90	95	100	105	110	105	100	95	90	85
Глубина ландшафтных повреждений, м	1,5	2,0	1,6	1,7	2,5	1,8	1,9	2,1	2,2	1,4
Площадь территорий, подверженных энергетическому загрязнению S <sub>3</sub> , га	100	105	110	115	120	115	110	105	100	95
Превышение ПДУ, %	3	4	5	6	5	4	3	4	5	10
Среднемесячное количество не утилизируемых отходов производства Mo, т	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Класс опасности отходов	2	3	4	3	4	3	4	3	4	2

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Среднемесячный объем возвратной воды $V_B$ загрязненность которой превышает ПДК, м <sup>3</sup>	1300	1200	1100	1000	1500	2000	3000	4000	5000	1500
Среднемесячная масса вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу $A_B$ , т	200	120	130	140	150	160	170	180	190	110

**Отчет по практическому заданию должен содержать:**

1. Цель работы.
2. Краткую теоретическую часть.
3. Подробный расчет практического задания.
4. Вывод.

### **Контрольные вопросы**

1. Какова методика прогноза уровня заболеваемости в связи с загрязнением среды?
2. Расскажите порядок оценки экологического риска?
3. Дайте понятие удельной единицы ландшафта.
4. Из каких данных складывается уравнение материального технологического баланса?
5. Как оценить антропогенное воздействие на окружающую природную среду?
6. Как определяют экологическую характеристику производства?

### **Библиографический список**

1. Беляева Н.Б., Слободина Н.Д. Экономика природопользования. - П.: ЛФЭИ, 1989.-34 с
2. Балацкий О.Ф. Экономика чистого воздуха. - Киев: Наукова думка, 1979.-С. 158.
3. Онищенко В.Я. Определение экологического риска хозяйственной деятельности //Машиностроитель.-1996. - №11. - С. 65-67. Соколов
4. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. - М.: АН, 1986.- 124 с.
5. Глухов В.В., Лисочкина Т.В., Некрасов Т.П. Экономические основы экологии. -С-Пб.: Специальная литература, 1995.-280 с.

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды



**Расчет боковых, угловых  
и наклонных отсосов**

Методические указания к проведению практического занятия  
по дисциплинам «Безопасность жизнедеятельности»,  
«Экспертиза безопасности»  
для студентов всех специальностей и направлений



УДК 658

Составители: В.В. Протасов, В.В. Юшин, А.В. Беседин

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *Г.П. Тимофеев*

**Расчет боковых, угловых и наклонных отсосов** [Текст]: методические указания к проведению практического занятия по дисциплинам «Безопасность жизнедеятельности», «Экспертиза безопасности» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.В. Протасов, В.В. Юшин, А.В. Беседин. Курск, 2013. 10 с.; Библиогр.: с. 9.

Представлены схемы бокового отсоса с экраном, фланцем, без фланца, углового, бокового и наклонного отсосов над компактными конвективными источниками вредных выделений и источниками вытянутой формы. Даны методики расчета данных отсосов (зонтов).

Предназначены для студентов всех специальностей и направлений, изучающих дисциплины «Безопасность жизнедеятельности», «Экспертиза безопасности».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать *18.01.13*. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.  
Усл. печ. л. 0,58. Уч.-издл. 0,53. Тираж 30 экз. Заказ . Бесплатно.  
Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

**Цель работы:** ознакомиться с основными положениями выбора схемы зонга, различиями плоской и компактной конвективных струй, с исходными данными для расчета зонтов. Рассчитать боковые, угловые и наклонные зонты при различных условиях технологического процесса.

### Основные положения

Боковые (рис. 1-3), угловые (рис.4) и наклонные (рис. 5) отсосы используют, когда применение зонтов невозможно по гигиеническим, конструктивным, технологическим или эстетическим требованиям или когда установка зонга может быть осуществлена, но на значительном удалении от источника вредных выделений, в результате чего требуемая производительность зонга окажется больше.

Для улавливания вредных выделений от источников прямоугольной формы следует применять прямоугольные отсосы. Длина отсоса, как правило, принимается равной длине источника. Если источник имеет круглую форму, то целесообразно устанавливать круглые отсосы, диаметр которых желательно принимать не менее диаметра источника. Уменьшение размеров отсоса приводит к увеличению расхода удаляемого воздуха.

При выборе типа отсоса предпочтение следует отдавать отсосам с малым углом несоосности, как наиболее целесообразным по расходу удаляемого воздуха.

Наличие по периметру всасывающего отверстия фланца, ограничивающего зону всасывания, улучшает условия улавливания. Поэтому по возможности следует применять широкие фланцы размером  $H_{\phi} \geq B$

При меньшей ширине фланца его влияние на работу отсоса можно не учитывать.

### Порядок расчета

1 Определяются характерные размеры  $S$  и  $R'$

$$S = \frac{1}{2} \left( x_0 + y_0 + \sqrt{x_0^2 + y_0^2} \right), \quad (1)$$

$$R' = \frac{R}{0,24(S + 2r)}, \quad (2)$$

В случае, когда отсос и источник имеют прямоугольную форму, в формулу (2) вместо  $R$  и  $r$  подставляются соответственно

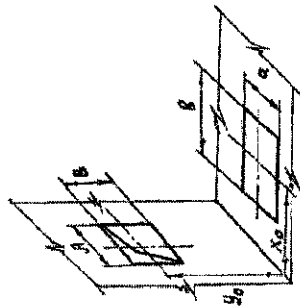


Рисунок 1 - Схема бокового отсоса в стене (или с фланцем шириной более В)

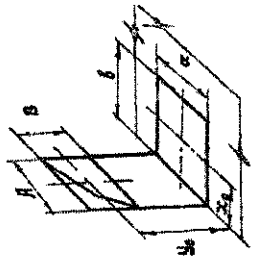


Рисунок 2 - Схема бокового отсоса без фланца

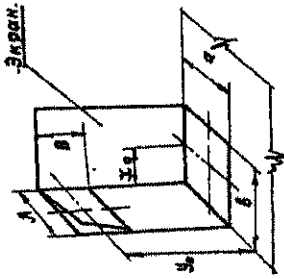


Рисунок 3 - Схема бокового отсоса с экраном

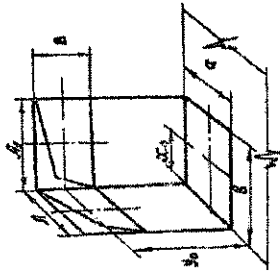


Рисунок 4 - Схема углового отсоса

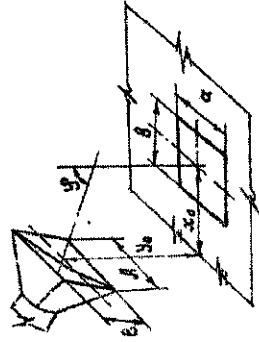


Рисунок 5 - Схема наклонного отсоса

$R$ , и  $g$ .

2. Вычисляется относительный расход удаляемого воздуха по формулам:

для бокового отсоса в стене или с широким фланцем

$$L' = 0,22(1 - 0,25R^{1/2}); \quad (3)$$

для бокового отсоса без фланца

$$L' = \left[ 0,32 + 0,06 \sqrt[3]{\left(\frac{B}{A}\right)^7} \right] (1 - 0,25R^{1/2}); \quad (4)$$

для бокового отсоса с экраном

$$L' = \left[ 0,2 + 0,025 \sqrt[3]{\left(\frac{B}{A}\right)^7} \right] (1 - 0,25R^{1/2}); \quad (5)$$

для углового отсоса

$$L' = \left[ 0,21 + 0,027 \sqrt[3]{\left(\frac{B}{A}\right)^8} \right] (1 - 0,25R^{1/2}); \quad (6)$$

для наклонного отсоса

$$L' = [0,15 + 0,043\varphi](1 - (1 - 0,32\varphi)^2 R^{1/2}); \quad (7)$$

Для отсосов круглой формы следует принимать  $B/A=1$ . При наличии вокруг наклонного отсоса фланца шириной более  $B/2$  относительный расход, полученный по формуле (7), следует уменьшать в 1,6 раза.

3. Коэффициент, учитывающий влияние скорости движения воздуха в помещении, рассчитывается по формуле

$$K_{\text{п}} = 1 + 33v_{\text{в}} \sqrt[3]{\frac{r^2}{y_0 Q}} \quad (8)$$

Для прямоугольного источника вместо  $r$  принимается  $g$ .

4. Рассчитывается предельный расход воздуха на отсос

$$L_{\text{пред}} = 310 \sqrt[3]{Q(S + 2r)^5 L / K_{\text{п}}}. \quad (9)$$

5. По формулам (10), (11) и (12) вычисляются предельная избыточная концентрация примеси в воздухе, удаляемом отсосом, относительная предельная концентрация и значение комплекса  $M$ .

$$\Delta Z_{\text{пред}} = Z_{\text{пред}} - Z_{\text{пр}} = \frac{3600 Z_{\text{ист}}}{L_{\text{пред}}} \quad (10)$$

$$\bar{Z} = \frac{\Delta Z_{\text{пред}}}{\text{ПДК} - Z_{\text{пр}}} \quad (11)$$

$$M = \frac{Z_{\text{пр}}}{Z_{\text{ист}}} \bar{Z} - \frac{L_{\text{в}}}{L_{\text{пред}}} \quad (12)$$

6. По графику на рис.6 определяются оптимальное значение эффективности улавливания  $\eta_{\text{опт}}$  соответствующее ему значение  $K_{\eta}$ .

Если источник выделяет одновременно и тепло и газы, то должно соблюдаться условие  $K_{\eta} \geq 1$ . Если источник выделяет только тепло, то следует принимать  $K_{\eta} = 1$ .

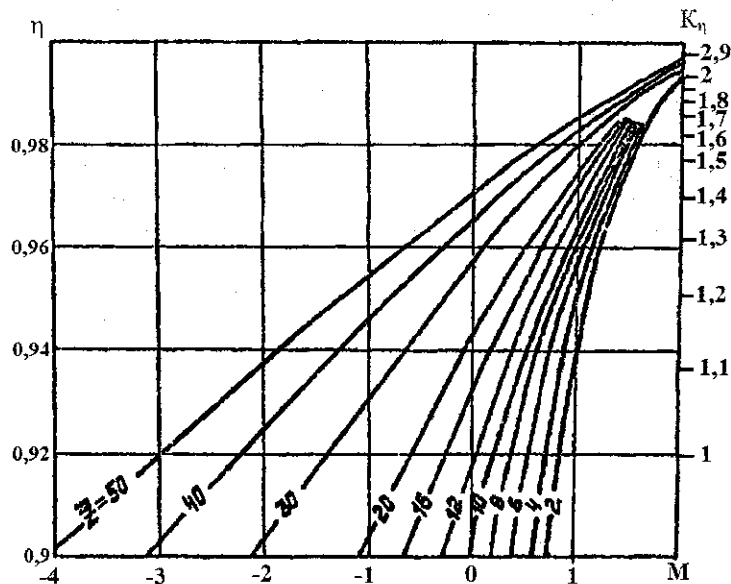


Рисунок 6 - График для определения оптимальной эффективности действия отсоса

7. По формуле (13) рассчитывается требуемая производительность отсоса.

$$L = L_{\text{пред}} K_{\eta} \quad (13)$$

### Задание

1. Рассчитать боковой отсос в стенке (рис.1) для удаления тепла и сернистого газа, выделяющегося от источника радиусом  $r$ , м. Отсос имеет радиус  $R$ , м. Положение отсоса относительно источника определяется расстояниями  $y_0$  и  $x_0$ , м. Конвективные тепловыделения с поверхности источника  $Q$ , Вт. Выделение сернистого газа  $Z_{\text{ист}}$ , мг/с (ПДК=10 мг/м<sup>3</sup>). Скорость движения воздуха в помещении  $v_{\text{в}}$ , м/с. Рассредоточенные источники вредных веществ и общеобменная вентиляция отсутствуют ( $M=0$ ).

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$r$	0,5	0,6	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,6
$R$	0,35	0,4	0,45	0,5	0,4	0,45	0,3	0,6	0,4	0,3
$Q$	5510	5520	5530	5540	5550	5560	5570	5580	5590	6000
$y_0$	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,6	0,7	0,6	0,7	0,7
$x_0$	0,7	0,8	0,7	0,8	0,7	0,7	0,8	0,7	0,8	0,8
$Z_{\text{ист}}$	60	65	70	75	55	50	85	50	55	60
$v_{\text{в}}$	0,3	0,25	0,35	0,4	0,35	0,3	0,25	0,3	0,35	0,4
№ варианта	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$r$	0,5	0,6	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,6
$R$	0,45	0,5	0,4	0,45	0,3	0,6	0,4	0,45	0,5	0,4
$Q$	6000	5560	5570	5580	5590	5520	5530	5540	5550	5510
$y_0$	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,6	0,7	0,6	0,7	0,7
$x_0$	0,7	0,8	0,7	0,8	0,7	0,7	0,8	0,7	0,8	0,8
$Z_{\text{ист}}$	65	70	75	55	50	85	70	75	55	85
$v_{\text{в}}$	0,35	0,3	0,3	0,35	0,3	0,4	0,25	0,3	0,35	0,4

2. Рассчитать боковой отсос без фланца (рис.2) от источника размерами  $a$  и  $b$ , м. Выделения конвективного тепла составляют  $Q$ , Вт. Количество сернистого газа  $Z_{\text{ист}}$ , мг/с. Расстояние от центра отсоса по горизонтали  $x_0$ , м и вертикали  $y_0$ , м. Скорость движения воздуха в помещении  $v_{\text{в}}$ , м/с. Размеры отсоса  $A$  и  $B$ , м. Рассредоточенные источники сернистого газа отсутствуют, удаляемое общеобменной вентиляцией  $L_{\text{в}}$ , м<sup>3</sup>/ч.

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$a$	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,5
$b$	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6
$Q$	1300	1350	1250	1400	1500	1450	1200	1600	1650	1550
$Z_{\text{ист}}$	10	11	12	13	14	15	16	17	18	20

$x_0$	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3
$y_0$	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4
A	0,6	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7
B	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4
$v_b$	0,3	0,2	0,25	0,35	0,2	0,25	0,35	0,3	0,25	0,35
$L_B$	400	410	420	430	440	415	425	435	440	450
№ варианта	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
a	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,5
b	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6
Q	1200	1260	1320	1450	1500	1350	1400	1450	1360	1420
$Z_{ист}$	20	18	16	14	13	11	14	15	10	11
$x_0$	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3
$y_0$	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4
A	0,6	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7
B	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4
$v_b$	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3
$L_B$	410	420	430	440	450	425	445	415	420	430

3. Рассчитать наклонный отсос, улавливающий загрязненный поток от источника, выделяющего Q, Вт конвективного тепла и  $Z_{ист}$ , мг/с окиси углерода. Размеры источника а и б, м. Расстояние от центра источника до центра отсоса по вертикали  $y_0$ , м и горизонтали  $x_0$ , м. Угол несоосности  $\varphi$ . Скорость движения воздуха в помещении  $v_b$ , м/с. Рассредоточенные газовыделения в цех составляют  $Z_p$ , мг/с. Производительность общеобменной вытяжной вентиляции  $L_B$ , м<sup>3</sup>/ч. Панель с фланцем по периметру имеет размеры А и В, м. ширина фланца  $h_{ф}$ , м.

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Q	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	1700	1650	1900
$Z_{ист}$	60	55	65	60	70	75	80	85	65	80
a	1,2	1,1	1	1	1,1	1	1,1	1	1,2	1
b	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,7
$x_0$	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9
$y_0$	1	1,1	1,2	1,2	1,1	1,2	1	1,2	1	1,1
$\varphi$	45°	30°	60°	60°	30°	45°	30°	60°	30°	60°
A	1,2	1,1	1	1	1,1	1	1,1	1	1,2	1
B	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,7
$v_b$	0,4	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,3	0,2	0,4

$h_{ф}$	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,7
№ варианта	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Q	1650	1750	1850	1950	2050	2150	2250	1750	1600	1950
$Z_{ист}$	55	65	60	65	75	70	85	80	60	70
a	1,2	1,1	1	1	1,1	1	1,1	1	1,2	1
b	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,7
$x_0$	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9
$y_0$	1	1,1	1,2	1,2	1,1	1,2	1	1,2	1	1,1
$\varphi$	30°	45°	60°	30°	45°	30°	45°	30°	60°	45°
A	1,2	1,1	1	1	1,1	1	1,1	1	1,2	1
B	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,7
$v_b$	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,2
$L_B$	850	800	700	800	900	700	600	700	800	750
$Z_p$	21	22	24	23	25	26	27	28	29	28
$h_{ф}$	0,7	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6

#### Контрольные вопросы:

1. Основные положения выбора схемы отсоса.
2. Различия плоской и компактной конвективной струй.
3. Исходные данные для расчета верхних зонтов.
4. Методика расчета верхних зонтов.
5. Исходные данные для расчета нижних зонтов.
6. Методика расчета нижних зонтов.
7. Опишите рекомендуемую конструкцию зонта.
8. Опишите схемы установки круглого и прямоугольного зонтов над компактными конвективными источниками вредных выделений и источниками вытянутой формы.

#### Список рекомендуемой литературы

1. Рекомендации по расчету зонтов от оборудования, выделяющего тепло и газы. Гос. Проект. инст-т Сахпроект. 40с.
2. Кузьмин М.С. Вытяжные и воздухораспределительные устройства М.: Стройиздат. 198с.
3. Батурин В.В. Вентиляция, Госстройиздат, 1959.
4. Батурин В.В. В. В. Кучерук, Вентиляция машиностроительных заводов, Мавгиз.
5. Батурин В.В. Основы промышленной вентиляции, Профиздат.

6. Максимов Г.А. Отопление и вентиляция, ч. II Вентиляция, Госстрой издат.

7. Каменев П.Н. Отопление и вентиляция, ч. II. Вентиляция, Госстройиздат.

8. Максимов Г.А. Расчет вентиляционных воздуховодов, Госстройиздат.

9. Журавлев Б.А. Конструктивные элементы систем теплоснабжения и вентиляции, Госстройиздат.