

**Приложение 2 к РПД**  
**Б1.В.08 Техногенные воздействия и оценка экологического риска**  
**06.04.01 Биология**  
**Направленность: Биоэкология**  
**Форма обучения – очная**  
**Год набора – 2023**

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**  
**ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**1. Общие сведения**

1.	Кафедра	Естественных наук
2.	Направление подготовки	06.04.01 Биология
3.	Направленность (профиль)	Биоэкология
4.	Дисциплина (модуль)	Б1.В.08 Техногенные воздействия и оценка экологического риска
5.	Форма обучения	очная
6.	Год набора	2023

**2. Перечень компетенций**

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

**3. Критерии и показатели оценивания компетенций на различных этапах их формирования**

Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины)	Формируемая компетенция	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности компетенций
		Знать:	Уметь:	Владеть:	
Раздел 1. Окружающая среда как система	УК-1;	теоретические основы техногенных систем и экологического риска (особенности воздействия на окружающую среду)	уметь распознавать приоритетные направления прогнозирования путей устойчивого и безопасного развития человечества	методами поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях	Тест (раздел 1)
Раздел 2. Техногенные системы и их воздействие на природную среду	УК-1;	теоретические основы техногенных систем и экологического риска (типы техногенных систем, особенности их воздействия на окружающую среду; классификацию	прогнозировать возможные экологические последствия различных антропогенных воздействий на окружающую среду	методами поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях	Тест (раздел 2)

		природных и техногенных катастроф, их последствия для человеческого общества и природной среды			
Раздел 3. Техногенные системы и экологическая безопасность	УК-1;	концептуальные основы теории экологического риска)	применять на практике различные методы оценки экологического риска; уметь распознавать приоритетные направления снижения экологического риска и прогнозирования путей устойчивого и безопасного развития человечества	основными методами и методиками расчета техногенного воздействия на окружающую среду; основными подходами к оценке риска крупномасштабных аварий с большими последствиями	Расчетные задания

### Шкала оценивания в рамках балльно-рейтинговой системы

«неудовлетворительно» – 60 баллов и менее;

«удовлетворительно» – 61-80 баллов

«хорошо» – 81-90 баллов

«отлично» – 91-100 баллов

## 4. Критерии и шкалы оценивания

### 4.1. Критерии оценки ответа студентов на практическом занятии

Баллы	Характеристики ответа студента на практических занятиях
<b>4</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- студент глубоко и всесторонне усвоил материал темы;</li> <li>- уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>- опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные знания с изученным материалом;</li> <li>- обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>- делает выводы и обобщения;</li> <li>- свободно владеет понятиями.</li> </ul>
<b>3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– тема раскрыта недостаточно четко и полно, то есть студент освоил проблему, по существу излагает ее, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>- допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>- испытывает затруднения в практическом применении знаний;</li> <li>- слабо аргументирует научные положения;</li> <li>- затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>- частично владеет системой понятий</li> </ul>
<b>1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- студент не усвоил значительной части проблемы;</li> <li>- допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении ее;</li> <li>- испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>- не может аргументировать научные положения;</li> <li>- при формулировке выводов и обобщений допускает существенные ошибки и неточности;</li> <li>- слабо владеет понятийным аппаратом.</li> </ul>
<b>0</b>	- студент не участвует в обсуждении вопросов практического занятия, семинара

## 1.2. Критерии оценки теста (раздел 1 и 2)

Процент правильных ответов	До 60	60-70	71-80	81-100
Количество баллов за решенный тест (по каждому разделу)	0	1	2	3

## 1.3. Критерии оценки выполнения расчетных заданий (раздел 3)

10 баллов выставляется, если студент решил 100% заданий правильно, оформил условие и решение задачи, указал все формулы, используемые для решения заданий, сформулировал выводы по итогам поставленных задач.

9 баллов выставляется, если студент решил от 90 до 99% заданий правильно, оформил условие и решение задачи, указал все формулы, используемые для решения заданий, сформулировал выводы по итогам поставленных задач.

8 баллов выставляется, если студент решил от 80 до 89% заданий правильно, оформил условие и решение задачи, указал все формулы, используемые для решения заданий, сформулировал выводы по итогам поставленных задач.

7 баллов выставляется, если студент решил от 70 до 79% заданий правильно, оформил условие и решение задачи, указал все формулы, используемые для решения заданий, сформулировал выводы по итогам поставленных задач.

6 баллов выставляется, если студент решил от 60 до 69% заданий правильно, оформил условие и решение задачи, указал все формулы, используемые для решения заданий, сформулировал выводы по итогам поставленных задач.

5 баллов выставляется, если студент решил от 50 до 59% заданий правильно, оформил условие и решение задачи, указал все формулы, используемые для решения заданий, сформулировал выводы по итогам поставленных задач.

0 баллов выставляется, если студент решил менее 50% заданий правильно, оформил условие и решение задачи, указал все формулы, используемые для решения заданий, сформулировал выводы по итогам поставленных задач.

## 1.4. Критерии оценки ответа студента на экзамене

(2 вопроса). Каждый вопрос – 20 баллов.

Баллы	Характеристики ответа студента
20	<ul style="list-style-type: none"><li>- студент глубоко и всесторонне усвоил проблему;</li><li>- уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li><li>- опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью;</li><li>- умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li><li>- делает выводы и обобщения;</li><li>- свободно владеет понятиями</li></ul>
15	<ul style="list-style-type: none"><li>- студент твердо усвоил тему, грамотно и по существу излагает ее, опираясь на знания основной литературы;</li><li>- не допускает существенных неточностей;</li><li>- увязывает усвоенные знания с практической деятельностью;</li><li>- аргументирует научные положения;</li><li>- делает выводы и обобщения;</li><li>- владеет системой основных понятий</li></ul>
10	<ul style="list-style-type: none"><li>- тема раскрыта недостаточно четко и полно, то есть студент освоил проблему, по существу излагает ее, опираясь на знания только основной литературы;</li><li>- допускает несущественные ошибки и неточности;</li><li>- испытывает затруднения в практическом применении знаний;</li><li>- слабо аргументирует научные положения;</li></ul>

	- затрудняется в формулировании выводов и обобщений; - частично владеет системой понятий
5	- студент не усвоил значительной части проблемы; - допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении ее; - испытывает трудности в практическом применении знаний; - не может аргументировать научные положения; - не формулирует выводов и обобщений; - частично владеет системой понятий
0	- студент не ответил на вопрос

**5. Типовые контрольные задания и методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.**

**5.1. Типовые вопросы для обсуждения на практических занятиях:**

*Представлены в методических указаниях по дисциплине (для каждого практического занятия).*

**5.2. Типовые тестовые задания:**

1. Понятие риска является:

- а) постоянной величиной;
- б) вероятностной величиной;
- в) динамической величиной.

2. Риск – это:

- а) отношение количества несчастных случаев к общему числу событий в той или иной сфере человеческой деятельности;
- б) соотношение благоприятных и неблагоприятных событий в той или иной сфере человеческой деятельности;
- в) число несчастных случаев в той или иной сфере человеческой деятельности.

3. Чем больше мощность опасного явления, тем:

- а) больше его вероятность;
- б) меньше его вероятность;
- в) больше его длительность;
- г) меньше его длительность.

4. Почему хлорфторуглероды (ХФУ) заменили хлорфтор-углеводородами (ХФУВ) и фторуглеводородами (ФУВ)?

- а) их дешевле производить;
- б) их применение более эффективно;
- в) они быстрее разрушаются, попадая в атмосферу.

6. Управление экологическим риском – это:

- а) оценка вероятности возникновения тех или иных факторов экологических рисков и изучение их возможных последствий;
- б) экологическое страхование производственной деятельности;
- в) информирование населения о возможных неблагоприятных экологических последствиях хозяйственной деятельности.

...

Ключи: 1) б, 2) а, 3) б), 4) б, 5) а.

### 5.3. Типовые расчетные задания

- Предельно допустимая концентрация пестицида (ДДТ) в сахаре составляет **0,005 мг/кг**. Считается, что житель России съедает в год в среднем **19,7 кг** сахара. Рассчитайте риск угрозы здоровью человека, употребляющего в течение **5 лет** сахар, в котором содержание ДДТ превышает его ПДК **в 3 раза**. Пороговая мощность дозы ДДТ при поступлении с пищей равна  $5 \times 10^{-4}$  мг/кг·сут. (Если индекс опасности менее 1, то опасности нет).

ОТВЕТ:  $HQ = 0,0039$ , риска угрозы здоровью не обнаружено.

- Рассчитайте индивидуальный и коллективный риски угрозы здоровью для следующих условий. Содержание диоксинов в питьевой воде равно **10 ПДК** этих веществ в воде (ПДК составляет  $2 \times 10^{-8}$  мг/л). Время потребления такой воды группой в **1000 человек – 5 лет**. Средняя частота потребления – **300 дней** в году. Фактор риска при поступлении диоксинов с водой равен  $1,6 \times 10^5$  (мг/кг·сут) $^{-1}$ . Уровень допустимого риска составляет  $1 \times 10^{-4}$  чел. $^{-1}$ ·год $^{-1}$ . (Уровень допустимого риска равен  $1 \times 10^{-4}$  чел. $^{-1}$ ·год $^{-1}$ ).

ОТВЕТ:  $r$  (за год) =  $1,04 \times 10^{-5}$ ,  $R = 0,0054$ , риск отсутствует.

- В атмосферном воздухе обнаружены газообразные токсиканты – ацетон, фенол и формальдегид, причем их содержание превысило принятые в РФ значения среднесуточной предельно допустимой концентрации (СПДК): у ацетона и фенола – **в 2 раза**, а у формальдегида – **в 3 раза**. Каков индивидуальный риск угрозы здоровью, если человек будет дышать таким воздухом в течение **7 лет**? На протяжении каждого года воздействие токсиканта длится в среднем **330 дней**. Значения пороговой мощности дозы при поступлении с воздухом составляют: у ацетона – **0,9 мг/кг·сут**, у фенола – **0,004 мг/кг·сут**, у формальдегида – **0,2 мг/кг·сут**. Значения СПДК для токсикантов: ацетон – **0,35 мг/м<sup>3</sup>**, фенол – **0,003 мг/м<sup>3</sup>**, формальдегид – **0,003 мг/м<sup>3</sup>**. (Если индекс опасности менее 1, то опасности нет).

ОТВЕТ:  $HQ$  (суммарн.) =  $0,14$ , риска угрозы здоровью не обнаружено.

- В воздухе некоторого промышленного предприятия обнаружен бензол с концентрацией, равной **15 мкг/м<sup>3</sup>**. Рассчитайте канцерогенный риск, которому подвергается рабочий при вдыхании бензола в течение **полугода**. Считается, что за рабочий день (на рабочем месте) человек вдыхает **10 м<sup>3</sup>** воздуха. Количество рабочих дней в году – **250**. Фактор риска при поступлении бензола с воздухом равен  $5,5 \times 10^{-2}$  (мг/кг·сут) $^{-1}$ . (Уровень допустимого риска равен  $1 \times 10^{-6}$  чел. $^{-1}$ ·год $^{-1}$ ).

ОТВЕТ:  $r$  (за год) =  $1,1 \times 10^{-6}$ , риск допустим (менее  $1 \times 10^{-6}$ ).

### 5.4. Типовые вопросы к экзамену

#### Перечень вопросов

1. Процесс техногенеза. Техносфера и поглощение природных ресурсов
2. Современные тенденции в области природно-техногенной безопасности
3. Система функционирования природно-техногенных систем
4. Природные и антропогенные источники загрязнения
5. Загрязнение атмосферы. Газообразные загрязнители и их воздействие на природную среду

6. Загрязнение гидросферы. Жидкие загрязнители и их воздействие на природную среду
7. Загрязнение педосферы. Твердые отходы производства и потребления
8. Тепловые электростанции и загрязнение окружающей среды
9. Металлургия и загрязнение окружающей среды
10. Химическая и нефтехимическая промышленность: загрязнение окружающей среды
11. Автотранспорт и загрязнение окружающей среды
12. Строительство и загрязнение окружающей среды
13. Сельское хозяйство и загрязнение окружающей среды
14. Биотрансформация и биоаккумуляция загрязняющих веществ
15. Воздействие загрязняющих веществ на растительность
16. Воздействие загрязняющих веществ на организм человека и животных
17. Природная устойчивость и способность к самоочищению экосистем
18. Понятие о комфортности и безопасности техносферы
19. Понятие «риск». Зависимость проявления заболеваний от величины риска
20. Причины техногенных аварий и катастроф
21. Опасность. Повреждающий фактор. ЧП. Несчастный случай. Отказ. Инцидент
22. Аксиомы о потенциальной опасности. Причинно-следственный анализ опасностей
23. Понятие о техническом риске
24. Понятие «надежность» технических устройств
25. Аварийная ситуация и техногенная катастрофа
26. Принципы нормального функционирования техногенных объектов (принцип нулевого, минимального, сбалансированного, приемлемого риска)
27. Виды риска: индивидуальный, социальный и экологический риск
28. Экологический риск и его связь с техническим риском
29. Экологическая оценка территории. Анализ антропогенной нагрузки
30. Нормирование качества окружающей среды
31. Биоиндикация техногенных нарушений
32. Экологическое картографирование
33. Количественные методы оценки техногенного воздействия на окружающую среду
34. Качественные методы оценки экологического риска. Предварительный анализ опасностей (ПАО)
35. Качественные методы оценки экологического риска. Анализ последствий отказов (АПО)
36. Анализ опасностей методом потенциальных отклонений (АОМПО)
37. Анализ ошибок персонала (АОП)
38. Причинно-следственный анализ (ПСА)
39. Анализ опасностей с помощью «дерева причин» и «дерева отказов»
40. Экометрический метод оценки техногенного воздействия на природную среду. Сценарии оценки экологического риска на основе ПДК
41. Энергетическая оценка экологической опасности и экологического риска
42. Метод оценки экологического риска, основанный на анализе эффективности производства
43. Технические системы безопасности. Назначение и принципы работы
44. Процесс моделирования экологического риска

### **Задачи к экзамену:**

#### **РАЗДЕЛ 1. ОЦЕНКА РИСКА УГРОЗЫ ЗДОРОВЬЮ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ПОРОГОВЫХ ТОКСИКАНТОВ**

1. За год взрослый житель России съедает в среднем **124 кг** картофеля. Рассчитать риск угрозы здоровью при употреблении в пищу картофеля в течение **полугода**, если он

содержит тяжелый металл – кадмий – со средним содержанием, равным ПДК этого металла в картофеле и овощах (**0,03 мг/кг**). Пороговая мощность дозы кадмия в пищевых продуктах составляет  $H_D = 5 \times 10^{-4}$  мг/кг·сут. (Если индекс опасности менее 1, то опасности нет).

2. Анализ проб яиц показал, что содержание меди и цинка в них в **три раза** превышает ПДК этих металлов в яйцах, которые равны соответственно **3 мг/кг** и **50 мг/кг**. Имеется ли риск угрозы здоровью, если такие яйца будут употребляться в пищу в течение **полугода**? Значения пороговой мощности дозы меди и цинка при поступлении с пищей равны **0,04 мг/кг·сут** и **0,3 мг/кг·сут** соответственно. Считается, что житель России за год съедает в среднем **151 яйцо** (при этом масса яйца около **50 г**). (Если индекс опасности менее 1, то опасности нет).
3. Среднегодовое потребление молочных продуктов на душу населения в России составляет **212,4 кг/год**. Предположим, что в молочных продуктах содержится фенол в концентрации **15 мг/кг**. Рассчитайте риск угрозы здоровью при употреблении в пищу таких молочных продуктов в течение **полугода**. Пороговая мощность дозы для фенола при поступлении с пищей равна **0,6 мг/кг·сут**. (Если индекс опасности менее 1, то опасности нет).
4. Среднегодовое потребление растительного масла на душу населения в России составляет **10 кг/год**. Предположим, что в растительном масле содержится тетраэтилсвинец (если поле находится вблизи шоссе, то тетраэтилсвинец может попасть в почву в результате осаждения выхлопных газов) в концентрации **1 мг/кг**. Существует ли риск угрозы здоровью при употреблении в пищу такого растительного масла в течение **года**? Пороговая мощность дозы для тетраэтилсвинца при поступлении с пищей равна  **$1,2 \times 10^{-7}$  мг/кг·сут**. (Если индекс опасности менее 1, то опасности нет).
5. В России, в среднем, потребляется  $M = 28,1$  кг капусты на душу населения в год. Анализ проб капусты, выращенной в некоторой местности, показал, что содержание меди и цинка в ней в **2 раза** выше значения ПДК этих металлов в свежих овощах, которые равны соответственно **5 мг/кг** и **10 мг/кг**. Имеется ли риск угрозы здоровью, если такая капуста будет потребляться в течение **полугода**? Значения пороговой мощности дозы меди и цинка при поступлении с пищей равны **0,04 мг/кг·сут** и **0,3 мг/кг·сут** соответственно. (Если индекс опасности менее 1, то опасности нет).
6. (№14) В питьевой воде некоторой местности обнаружен хлорорганический пестицид (ДДТ) с концентрацией, равной **утроенному значению его ПДК** в воде, которая составляет **0,002 мг/л**. Рассчитайте риск угрозы здоровью человека, пьющего эту воду в течение **одного года**. Учтите, что ежегодно этот человек уезжает из данной местности в отпуск, в котором проводит в среднем **30 дней**. Пороговая мощность дозы ДДТ при поступлении с пищей равна  **$5 \times 10^{-4}$  мг/кг·сут**. (Если индекс опасности менее 1, то опасности нет).
7. Предельно допустимая концентрация пестицида ДДТ в мясе составляет **0,1 мг/кг**. Считается, что житель России съедает в год в среднем **26,6 кг** мясопродуктов. Рассчитайте риск угрозы здоровью человека, употребляющего в течение **трех лет** мясопродукты, в которых содержание ДДТ превышает его ПДК в мясе в **2 раза**. Пороговая мощность дозы ДДТ при поступлении с пищей равна  **$5 \times 10^{-4}$  мг/кг·сут**. (Если индекс опасности менее 1, то опасности нет).
8. (№16) Рассчитайте индивидуальный риск угрозы здоровью в результате вдыхания в течение **одного года** пестицида ДДТ с концентрацией, равной **10 значениям ПДК** этого вещества в воздухе. Пороговая мощность дозы ДДТ при его поступлении с воздухом составляет  **$5 \times 10^{-4}$  мг/кг·сут**. ПДК пестицида ДДТ в воздухе равен **0,0005 мг/м<sup>3</sup>**. (Если индекс опасности менее 1, то опасности нет).
9. Предположим, что в воде находятся весьма токсичные тяжелые металлы – кадмий и ртуть, – причем их содержание равно значениям соответствующих ПДК в питьевой воде. Эти значения равны **0,001 мг/л** для кадмия и **0,0005 мг/л** для ртути. Какой инди-

видуальный риск угрозы здоровью, если человек будет пить такую воду в течение **10 лет**? На протяжении каждого года воздействие токсикантов длится в среднем **300 дней**. Пороговая мощность дозы составляет  $5 \times 10^{-4}$  мг/кг·сут для кадмия  $3 \times 10^{-4}$  мг/кг·сут для ртути. (Если индекс опасности менее 1, то опасности нет).

10. В атмосферном воздухе обнаружены газообразные токсиканты – ацетон, фенол и формальдегид, причем их содержание превысило принятые в РФ значения среднесуточной предельно допустимой концентрации (СПДК): у ацетона и фенола – **в 2 раза**, а у формальдегида – **в 3 раза**. Каков индивидуальный риск угрозы здоровью, если человек будет дышать таким воздухом в течение **7 лет**? На протяжении каждого года воздействие токсиканта длится в среднем **330 дней**. Значения пороговой мощности дозы при поступлении с воздухом составляют: у ацетона – **0,9 мг/кг·сут**, у фенола – **0,004 мг/кг·сут**, у формальдегида – **0,2 мг/кг·сут**. Значения СПДК для токсикантов: ацетон – **0,35 мг/м<sup>3</sup>**, фенол – **0,003 мг/м<sup>3</sup>**, формальдегид – **0,003 мг/м<sup>3</sup>**. (Если индекс опасности менее 1, то опасности нет).
11. Предельно допустимая концентрация пестицида (ДДТ) в сахаре составляет **0,005 мг/кг**. Считается, что житель России съедает в год в среднем **19,7 кг** сахара. Рассчитайте риск угрозы здоровью человека, употребляющего в течении **5 лет** сахар, в котором содержание ДДТ превышает его ПДК **в 3 раза**. Пороговая мощность дозы ДДТ при поступлении с пищей равна  $5 \times 10^{-4}$  мг/кг·сут. (Если индекс опасности менее 1, то опасности нет).

## РАЗДЕЛ 2. ОЦЕНКА РИСКА УГРОЗЫ ЗДОРОВЬЮ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ БЕСПОРОГОВЫХ ТОКСИКАНТОВ (нерадиоактивных канцерогенов)

12. Рассчитайте индивидуальный и коллективный риски угрозы здоровью для следующих условий. Содержание диоксинов в питьевой воде равно **10 ПДК** этих веществ в воде (ПДК составляет  $2 \times 10^{-8}$  мг/л). Время потребления такой воды группой в **1000 человек – 5 лет**. Средняя частота потребления – **300 дней** в году. Фактор риска при поступлении диоксинов с водой равен  $1,6 \times 10^5$  (мг/кг·сут)<sup>-1</sup>. Уровень допустимого риска составляет  $1 \times 10^{-4}$  чел.<sup>-1</sup> · год<sup>-1</sup>. (Уровень допустимого риска равен  $1 \times 10^{-4}$  чел.<sup>-1</sup> · год<sup>-1</sup>).
13. В воздухе некоторого промышленного предприятия обнаружен бензол с концентрацией, равной **15 мкг/м<sup>3</sup>**. Рассчитайте канцерогенный риск, которому подвергается рабочий при вдыхании бензола в течение **полугода**. Считается, что за рабочий день (на рабочем месте) человек вдыхает **10 м<sup>3</sup>** воздуха. Количество рабочих дней в году – **250**. Фактор риска при поступлении бензола с воздухом равен  $5,5 \times 10^{-2}$  (мг/кг·сут)<sup>-1</sup>. (Уровень допустимого риска равен  $1 \times 10^{-6}$  чел.<sup>-1</sup> · год<sup>-1</sup>).
14. Процесс производства в одном из цехов завода связан с поступлением в воздух пыли, содержащей никель. Измерения показали, что концентрация никеля в воздухе в **6 раз** превышает значение ПДК никеля в воздухе, которое равно **0,001 мг/м<sup>3</sup>**. Считается, что за рабочий день (на рабочем месте) человек вдыхает **10 м<sup>3</sup>** воздуха. Рассчитайте риск, которому подвергаются люди, работающие в этом цеху в течение **3 лет**. Количество рабочих дней в году – **250**. Фактор риска для никеля при его поступлении с воздухом равен  $0,91$  (мг/кг·сут)<sup>-1</sup>. (Уровень допустимого риска равен  $1 \times 10^{-4}$  чел.<sup>-1</sup> · год<sup>-1</sup>).