

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

 А.В. Толстиков

2022 г.



ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
**КРИОГЕННЫЕ ЛАНДШАФТЫ**

по научной специальности

1.6.12. Физическая география и биогеография, география почв  
и геохимия ландшафтов

## 1. Паспорт оценочных материалов по дисциплине

| № п/п | Темы дисциплины (модуля) / вид промежуточной аттестации (зачет, с указанием семестра)                        | Код и содержание компетенции  | Оценочные материалы (виды и количество)         |
|-------|--|---|---|
| 1     | 2  | 3   | 4   |
| 1.    | Криогенные ландшафты, как особый генетический ряд современных ландшафтов.                                    | ПК-1 - знать структуру, о функционировании и динамике ландшафтов, о временной и пространственной организации ландшафтов горных и равнинных территорий, антропогенных (культурных) ландшафтах, владеть методами ландшафтной экологии; ПК-3 - знать методы исследования географии почв (в том числе культурных), происхождения и трансформации почвенного покрова и владеть методикой их картографирования. Уметь выявлять и анализировать естественные и антропогенные признаки эволюции почв и почвенного покрова | Практическая работа<br>Устное собеседование     |
| 2.    | Закономерности в распространении криогенных ландшафтов на территории Западно-Сибирской равнины               |   | Практическая работа<br>Устное собеседование     |
| 3.    | Состав, строение и свойства грунтов в криогенных ландшафтах  |   | Устное собеседование                            |
| 4.    | Динамические процессы в замерзающих, мерзлых и оттаивающих грунтах   |   | Практическая работа<br>Устное собеседование     |
| 5.    | Расчет глубины летнего оттаивания и зимнего промерзания мерзлых горных пород по формулам Стефана и Джуликиса |   | Практическая работа<br>Устное собеседование     |
| 6.    | Криогенные процессы и явления в ландшафтах криолитозоны  |   | Практическая работа (2)<br>Устное собеседование |
| 7.    | Расчет возраста и скорости разрушения берегов термокарстового озера  |   | Практическая работа<br>Устное собеседование     |
| 8.    | Прогноз образования криогенных трещин  |   | Практическая работа<br>Устное собеседование     |
| 9.    | Ландшафтное районирование криолитозоны. Картирование криогенных ландшафтов                                   |   | Устное собеседование                            |
| 10.   | Эколого-безопасное природопользование в криогенных ландшафтах  |   | Практическая работа<br>Устное собеседование     |
| 11.   | Прогноз развития криогенных ландшафтов   |   | Практическая работа<br>Устное собеседование     |
| 12.   | Дифференцированный зачет (4 семестр)   |   | Устное собеседование                            |

## 2. Виды и характеристика оценочных средств

### 1. Практическая работа

Оцениваются правильность выполнения и оформления, фактические знания, глубина понимания материала.

## 2. Устное собеседование

Проводится по результатам выполнения практических работ на основе перечня вопросов для самостоятельной подготовки, а также предлагается на аттестационном мероприятии по вопросам к зачету.

## 3. Оценочные средства

### 3.1. Практические работы

#### *Практическая работа № 1.*

#### *Закономерности в распространении криогенных ландшафтов на территории Западно-Сибирской равнины*

##### *Кейс:*

**Задание 1:** Проанализировать карту мощности многолетнемерзлых пород Западно-Сибирской равнины.

**Задание 2:** Изучить схему распределения среднегодовых температур многолетнемерзлых пород Западно-Сибирской равнины.

**Задание 3:** По карте выявить генетические типы льда и степень льдистости верхней 10-метровой части разреза многолетнемерзлых толщ Западно-Сибирской равнины.

**Задание 4:** С помощью полученных данных в заданиях 1-3 и карты растительности Западно-Сибирской равнины установить особенности формирования типов ландшафтов в различных криогенных условиях.

#### *Практическая работа № 2.*

#### *Расчет глубины летнего оттаивания и зимнего промерзания мерзлых горных пород по формулам Стефана и Джуликиса*

**Задание 1:** Рассчитать глубину оттаивания многолетнемерзлых пород по формулам Стефана и Джуликиса применительно к пунктам Уренгой, Тамбей и Салехард при условии оттаивания торфа с влагонасыщенностью 0,8. Оформить вывод по расчетам.

Средние месячные температуры воздуха за июнь-сентябрь.

| Пункт    | Месяц |      |        |          |
|----------|-------|------|--------|----------|
|          | Июнь  | Июль | Август | Сентябрь |
| Тамбей   | 0,7   | 5,2  | 6,2    | 2,5      |
| Уренгой  | 8,4   | 15,4 | 11,3   | 5,2      |
| Салехард | 7,3   | 13,3 | 10,9   | 4,9      |

##### *Расчетные формулы:*

$$\text{формула Стефана: } Y_c = \sqrt{48 \times K_f \times F_f \div L},$$

где  $Y_c$  – глубина протаивания многолетнемерзлых пород по Стефану (см);  
 $K_f$  - теплопроводность талой породы (ккал/м час  $^{\circ}\text{C}$ ),  $K_f = 0,52$  ккал/м час  $^{\circ}\text{C}$ ;  
 $F_f$  - индекс протаивания (число градусо-дней с положительными температурами в течение года);  
 $L$  - скрытая теплота парообразования (кал/г),  $L = 54,4$  кал/г

$$\text{формула Джуликиса: } Y_d = \sqrt{48 K_f \times F_f \div Q_1},$$

где  $Y_d$  - глубина протаивания мерзлой толщи по Джуликису (см);  
 $K_f$  - теплопроводность талой породы (кал/см час  $^{\circ}\text{C}$ ),  $K_f = 5,2$  кал/см час  $^{\circ}\text{C}$ ;

$F_f$  - индекс протаивания (число градусо-часов с положительными температурами в течение года);

$Q_l$  – скрытая объемная теплота парообразования (кал/см),  $Q_l=70$  кал/см.

**Задание 2:** Рассчитать глубину зимнего промерзания грунтов по формулам Стефана и Джуликиса применительно к пунктам Тамбей, Уренгой и Салехард. Оформить вывод по расчетам.

Средние месячные температуры воздуха за холодный период.

| Пункт    | Месяц  |        |        |      |       |       |        |        |
|----------|--------|--------|--------|------|-------|-------|--------|--------|
|          | январь | февр.  | март   | апр. | май   | окт.  | нояб.  | декаб. |
| Тамбей   | - 24,6 | - 26,2 | - 24,0 | - 16 | - 7,3 | - 6,1 | - 15,5 | - 20,7 |
| Уренгой  | - 26,4 | - 26,4 | - 19,2 | - 10 | - 2,6 | - 6,3 | - 18,2 | - 24   |
| Салехард | - 24,5 | - 23,4 | - 18,6 | - 10 | - 1,9 | - 4,6 | - 15,6 | - 21,5 |

**Расчетные формулы:**

$$\text{формула Стефана: } X_c = \sqrt{48 \times K_t \times F_t \div L}$$

где  $X_c$ -глубина промерзания грунта по Стефану (см);

$K_t$  – теплопроводность мерзлой почвы (ккал/час м °С),  $K_t=1,47$  ккал/час м °С;

$F_t$  - индекс промерзания (число градусо-часов ниже 0 °С в течение года);

$L$  -скрытая энергия замерзания воды в почве (кал/г),  $L = 54,4$ кал/г.

$$\text{формула Джуликиса: } X_D = \sqrt{\frac{48 \times F_t \times K_t}{Q_L}}$$

где  $X_D$  - глубина промерзания грунта по Джуликису (см);

$K_t$  - теплопроводность мерзлой почвы (кал/см час °С),  $K_t= 14,7$  кал/см час °С;

$F_t$  - индекс промерзания (число градусо-часов ниже 0 °С в течение года);

$Q_L$  – скрытая объемная теплота замерзания воды (кал/см),  $Q_L = 70$  кал/см.

### Практическая работа №3.

#### Расчет возраста и скорости разрушения берегов термокарстового озера

**Задание 1:** Рассчитать возраст термокарстового озера по формуле Стефана при различных сочетаниях глубины и среднегодовой температуры талика. Сделать вывод, как в зависимости от возраста термокарстового озера изменяются глубина и среднегодовая температура талика.

$$\text{Расчетная формула: } \tau = \frac{h^2 L}{2 \lambda t}, \text{ где}$$

$\tau$  - возраст озера (по формуле получаем в часах, после чего переводим в годы);

$h$  -глубина талика (м),  $h=5$  м., 15 м., 20 м.;

$L$  -скрытая теплота таяния-замерзания воды в грунте (ккал/м),  $L = 41000$  ккал/м.;

$\lambda$  - теплопроводность талого грунта (ккал/м час °С),  $\lambda =1,5$  ккал/м час °С);

$t$  –среднегодовая температура в талике (°С),  $t = +1^\circ\text{C}$ ,  $+3^\circ\text{C}$ ,  $+5^\circ\text{C}$ .

**Задание 2:** Рассчитать скорость разрушения берегов термокарстового озера различного возраста и ширины. Как зависит скорость разрушения берегов термокарстового озера от возраста.

$$\text{Расчетная формула: } V = \frac{B}{\tau}, \text{ где}$$

$V$  – скорость разрушения берегов (м/ год);

$B$  – ширина озера (м, км),  $B = 500$  м, 1км, 3 км);

$\tau$  – возраст озера (данные из задачи 1).

#### **Практическая работа № 4. Прогноз образования криогенных трещин**

**Задание:** Выявить возможность образования криогенных трещин при различных условиях.

**Расчетная формула:** 
$$E = E_0 \times \left[ 1 + \frac{t_2 \times \sqrt{\left(\frac{E_0}{E_1}\right)^2 + (\omega^2 \times \tau_1^2)}}{\sqrt{(1 + \omega^2 \times \tau_0^2) \times (1 + \omega^2 \times \tau_1^2)}} \right], \text{ где}$$

$E$  – напряжение, давление, усилие, необходимое для образования трещин (МПа);

$E_0$  – начальное напряжение в грунтах (МПа).  $E_0 = 220$  МПа,  $360$  МПа;

$t_2$  – величина вторичных (шестисуточных) амплитуд температуры поверхности грунта ( $^{\circ}\text{C}$ );  $t_2 = 1,5^{\circ}\text{C}$ ,  $2,2^{\circ}\text{C}$ ,

$t_1$  – средняя многолетняя температура поверхности грунта за самый холодный месяц ( $^{\circ}\text{C}$ );  $t_1 = -11^{\circ}\text{C}$ ,  $-17,5^{\circ}\text{C}$  (в формуле берется по модулю);

$E_1$  – максимально возможное напряжение (МПа) в песках.  $E_1 = 700$  МПа,  $1120$  МПа.

$\omega$  – частота колебаний на некоторой глубине, принимаемая в зависимости от расчетного периода (1/с),  $\omega = 6 \cdot 10^{-6}$  1/с;

$\tau_1$  – расчетный период (с),  $\tau_1 = 10 \text{ ч} = 0,036 \cdot 10^6 \text{ с}$ ;

$\tau_0 = 0$

Образование трещин возможно, если выполняется следующее условие:  $\frac{(1-\nu) \times \sigma}{E \times \alpha \times t_1} \leq 1$

$\nu$  – коэффициент твердости грунта,  $\nu = 0,35$  для песков при влажности 11% и температуре  $-11^{\circ}\text{C}$ ;

$\sigma$  – коэффициент давления (МПа),  $\sigma = 0,3$  МПа для песков при влажности 11% и температуре  $-11^{\circ}\text{C}$ ;

$\alpha$  – частота колебаний температур на некоторой глубине (1/град),  $\alpha = 30 \cdot 10^{-6}$  1/град для песков при влажности 11% и температуре  $-11^{\circ}\text{C}$ .

#### **Практическая работа № 5. Прогноз развития криогенных ландшафтов.**

**Кейс:**

**Задание 1:** используя геологические, геоморфологические, климатические, почвенные карты, карты растительности, дать описание ландшафта местности, изображенной на геокриологическом разрезе (карте).

**Задание 2:** по данным геокриологического разреза (карты) описать мерзлотные условия территории исследования.

**Задание 3:** дать прогноз развития криогенных процессов и ландшафтов в условиях техногенеза.

### **3.2. Вопросы для устного собеседования по темам дисциплины**

**1. Криогенные ландшафты, как особый генетический ряд современных ландшафтов.**

1. Закономерности возникновения и развития многолетнемерзлых пород.
2. Распространение криогенных ландшафтов.

3. Формирование многолетнемерзлых толщ в зависимости от радиационно-теплового баланса поверхности.
4. Формирование многолетнемерзлых толщ в зависимости от ландшафтных и техногенных условий.
5. Развитие мерзлых толщ в зависимости от ритмичности колебания теплообмена на земной поверхности.
6. Влияние нижних граничных условий на развитие мерзлых толщ.
7. Классификации мерзлых толщ.

## ***2. Состав, строение и свойства грунтов в криогенных ландшафтах.***

1. Состав мерзлых дисперсных пород.
2. Структура мерзлых дисперсных пород
3. Текстура мерзлых дисперсных пород.
4. Генетические типы многолетнемерзлых пород.
5. Свойства мерзлых толщ.

## ***3. Динамические процессы в замерзающих, мерзлых и оттаивающих грунтах.***

1. Понятия «сезонное промерзание пород», «сезонное оттаивание пород», «потенциальное сезонное промерзание», «потенциальное сезонное оттаивание», «перелетки».
2. Классификации типов сезонного промерзания и сезонного оттаивания горных пород по среднегодовой температуре пород.
3. Миграция парообразной и жидкой воды в замерзающих и мерзлых породах.
4. Пучение промерзающих и оттаивающих дисперсных пород.
5. Физико-химические процессы в промерзающих и мерзлых дисперсных породах

## ***4. Криогенные процессы и явления в ландшафтах криолитозоны.***

1. Термокарст.
2. Выпучивание (вымораживание) твердых тел.
3. Бугры пучения.
4. Полигонально-жильные структуры.
5. Пятна-медальоны и мелко полигональные структурные формы.
6. Криогенные склоновые процессы.
7. Наледи.
8. Влияние криогенных процессов на морфо-лито-генез и ландшафты.
9. Ландшафто-образующая роль многолетней мерзлоты.

## ***5. Ландшафтное районирование криолитозоны. Картирование криогенных ландшафтов.***

1. Ландшафтно-геокриологическое районирование территории России.
2. Особенности и принципы ландшафтно-мерзлотного районирования.
3. Шельфовая и океаническая криолитозоны.
4. Методологические положения ландшафтно-криогенной съемки.
5. Производство ландшафтно-мерзлотной съемки.
6. Методы исследования, применяемые при ландшафтно-мерзлотной съемке.
7. Масштабы ландшафтно-мерзлотной съемки и ландшафтно-мерзлотных карт.
8. Принципы составления и содержание ландшафтно-мерзлотных карт.

## ***6. Эколого-безопасное природопользование в криогенных ландшафтах.***

1. Техногенное воздействие на ландшафты криолитозоны.
2. Устойчивость криогенных ландшафтов к техногенезу.
3. Принципы разработки природоохранных мероприятий в криогенных ландшафтах при добыче полезных ископаемых.

4. Принципы инженерного строительства в условиях криогенных ландшафтов.
5. Приемы рационального природопользования в условиях криогенных ландшафтов.
6. Прогноз развития криогенных ландшафтов в условиях техногенеза.

### 3.3. Вопросы к зачету:

1. Закономерности формирования и развития многолетнемерзлых толщ.
2. Особенности распространения многолетнемерзлых толщ по территории России и Западно-Сибирской равнины.
3. Классификации многолетнемерзлых толщ.
4. Состав мерзлых дисперсных пород.
5. Строение многолетнемерзлых пород.
6. Свойства мерзлых толщ.
7. Процессы, протекающие в замерзающих, мерзлых и оттаивающих породах.
8. Понятия «сезонное промерзание» и «сезонное оттаивание» горных пород, их классификация.
9. Влияние природных и техногенных факторов на глубину сезонного промерзания и оттаивания пород.
10. Термокарст.
11. Вымораживание твердых тел.
12. Бугры пучения.
13. Полигонально-жильные структуры.
14. Пятна-медальоны.
15. Криогенные склоновые процессы.
16. Наледи.
17. Геокриологическое районирование. Типы криолитозоны.
18. Роль многолетнемерзлых пород при освоении территории и в формировании природных ландшафтов.
19. Мерзлотная съемка и картирование.
20. Мерзлотный прогноз.
21. Классификация криогенных ландшафтов.
22. Техногенное воздействие на многолетнемерзлые породы и ландшафты криолитозоны.
23. Устойчивость мерзлых пород к техногенезу.
24. Принципы разработки природоохранных мероприятий в районах распространения криогенных ландшафтов.
25. Приемы рационального природопользования в криолитозоне.