



Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Начальник УРОПС

Фонд оценочных средств
(приложение к рабочей программе дисциплины)
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В КОМПОНЕНТАХ
ПРИРОДЫ

основной профессиональной образовательной программы магистратуры
по направлению подготовки

20.04.02 ПРИРОДООБУСТРОЙСТВО И ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Профиль программы
«ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ»

ИНСТИТУТ
РАЗРАБОТЧИК

рыболовства и аквакультуры
кафедра техноферной безопасности и природообустройства

1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенций

| Код и наименование компетенции | Индикаторы достижения компетенции | Дисциплина | Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции |
|--|--|--|--|
| ПКС-5: Способность выполнять и организовывать научные исследования в сфере водоснабжения и водоотведения на основе знания проблем отрасли и опыта их решений | ПКС-5.1: Разработка физических и/или математических моделей исследуемых объектов | Математическое моделирование процессов в компонентах природы | <u>Знать:</u> теоретические основы математического моделирования; основы физических процессов на объектах профессиональной деятельности; основы работы в Mathcad. <u>Уметь:</u> разрабатывать и использовать программы в среде Mathcad для математического моделирования природных процессов. <u>Владеть:</u> методами формирования и исследования математических моделей природных процессов. |

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ) И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1 Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

2.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания;
- задания и контрольные вопросы по лабораторным работам;
- задания и контрольные вопросы к контрольной работе.

2.3 К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме зачета, относятся:

- промежуточная аттестация в форме зачета проходит по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости.

3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

3.1 Тестовые задания

Вариант 1

Вопрос 1

Модель случайной величины полностью определяется

1. Вариант ответа: математическим ожиданием;
2. Вариант ответа: законом распределения;
3. Вариант ответа: математическим ожиданием и дисперсией;
4. Вариант ответа: вероятностью.

Вопрос 2

Чтобы решить систему алгебраических уравнений численным методом в среде Mathcad, можно воспользоваться комбинацией операторов

1. Вариант ответа: ORIGIN-Find;
2. Вариант ответа: Given-root;
3. Вариант ответа: Given- Find;
4. Вариант ответа: ORIGIN-root.

Вопрос 3

Водопотребление в январе было $9,0 \text{ м}^3$, в феврале – $8,5 \text{ м}^3$, в марте $-9,5 \text{ м}^3$. Среднее суточное водопотребление за 3 месяца не високосного года равно

1. Вариант ответа: 100 л/сут.;
2. Вариант ответа: 200 л/сут.;
3. Вариант ответа: 300 л/сут.;
4. Вариант ответа: 400 л/сут.

Вопрос 4

Частица осаждается в неподвижной воде на глубину 1,8 м за 1 минуту. Гидравлическая крупность частицы равна

1. Вариант ответа: 0,03 м/с;
1. Вариант ответа: 0,01 м/с;
3. Вариант ответа: 0,05 м/с;
4. Вариант ответа: 0,02 м/с.

Вопрос 5

Скорость воды в трубе 1,5 м/с, внутренний диаметр 20 мм, температура воды 20°C . Число Рейнольдса равно

1. Вариант ответа: 30;
2. Вариант ответа: 300;
3. Вариант ответа: 3000;
4. Вариант ответа: 30 000.

Вопрос 6

Если число Рейнольдса при движении жидкости в трубе 400, то ее коэффициент гидравлических потерь на трение λ равен

1. Вариант ответа: 0,02;
2. Вариант ответа: 0,16;
3. Вариант ответа: 0,04;

4. Вариант ответа: 0,12.

Вопрос 7

Давление воды в некоторой точке течения 196 кПа, тогда пьезометрический напор равен

1. Вариант ответа: 20 м;
2. Вариант ответа: 25 м;
3. Вариант ответа: 30 м;
4. Вариант ответа: 15 м.

Вопрос 8

Коэффициент фильтрации почвы 0,2 мм/с. Перепад напора 1,5 м, длина пути фильтрации 3 м. Скорость фильтрации равна

1. Вариант ответа: 0,4 мм/с;
2. Вариант ответа: 0,3 мм/с.
3. Вариант ответа: 0,2 мм/с;
4. Вариант ответа: 0,1 мм/с.

Вопрос 9

Вода из трубы 1 и трубы 2 поступает в трубу 3. Известны площади поперечного сечения труб: $\omega_1=0,1 \text{ м}^2$; $\omega_2=0,2 \text{ м}^2$ и скорости $V_1= 1 \text{ м/с}$; $V_2= 0,4 \text{ м/с}$. Расход воды в трубе 3 равен

1. Вариант ответа: $0,1 \text{ м}^3/\text{с}$;
2. Вариант ответа: $0,2 \text{ м}^3/\text{с}$;
3. Вариант ответа: $0,18 \text{ м}^3/\text{с}$;
4. Вариант ответа: $0,15 \text{ м}^3/\text{с}$.

Вопрос 10

Расход воды в трубе 40 л/с. Площадь поперечного сечения $0,02 \text{ м}^2$. Средняя скорость равна

1. Вариант ответа: 2 м/с;
2. Вариант ответа: 3 м/с;
3. Вариант ответа: 4 м/с;
4. Вариант ответа: 5 м/с.

Вопрос 11

Скорость фильтрации воды через прямоугольную площадку (2,5 м на 2 м) 0,2 мм/с.

Фильтрационный расход равен

1. Вариант ответа: 0,5 л/с;
2. Вариант ответа: 1 л/с;
3. Вариант ответа: 2 л/с;
4. Вариант ответа: 3 л/с.

Вопрос 12

Средний расход воды в июне был 120 л/сут. За месяц был израсходован объем воды

1. Вариант ответа: $1,2 \text{ м}^3$;
2. Вариант ответа: $0,6 \text{ м}^3$;
3. Вариант ответа: $3,6 \text{ м}^3$;
4. Вариант ответа: 16 м^3 .

Вопрос 13

При течении воды в трубе диаметром $d=0,15$ м, скоростной напор $2,5$ м, коэффициент потерь напора на терние $\lambda=0,02$. Потери напора в трубе длиной 30 м составят

1. Вариант ответа: 5 м;
2. Вариант ответа: 10 м;
3. Вариант ответа: 15 м;
4. Вариант ответа: 20 м.

Вопрос 14

Первым этапом математического моделирования является

1. Вариант ответа: выбор метода расчета;
2. Вариант ответа: прогнозирование;
3. Вариант ответа: проверка адекватности модели;
4. Вариант ответа: выбор объекта моделирования.

Вопрос 15

Момент инерции стержня относительно оси подвеса $J=0,2$ кг·м². При моменте сил относительно этой оси $M=4$ Н·м угловое ускорение стержня ε будет равно

1. Вариант ответа: 20 рад/с²;
2. Вариант ответа: $0,8$ рад/с²;
3. Вариант ответа: $0,05$ рад/с²;
4. Вариант ответа: 10 рад/с²;

Вариант 2

Вопрос 1

Нормальный закон распределения случайной величины полностью задается

1. Вариант ответа: математическим ожиданием;
2. Вариант ответа: коэффициентом вариации и коэффициентом асимметрии;
3. Вариант ответа: математическим ожиданием и дисперсией;
4. Вариант ответа: математическим ожиданием и размахом варьирования.

Вопрос 2

Чтобы решить обыкновенное дифференциальное уравнение численным методом в среде Mathcad, можно воспользоваться комбинацией операторов

1. Вариант ответа: ORIGIN- Odesolve;
2. Вариант ответа: Given-root;
3. Вариант ответа: Given- Find;
4. Вариант ответа: Given- Odesolve.

Вопрос 3

Водопотребление в январе было $3,2$ м³, в феврале – $2,8$ м³, в марте – $3,0$ м³. Среднее суточное водопотребление за 3 месяца не високосного года равно

1. Вариант ответа: 80 л/сут.;
2. Вариант ответа: 100 л/сут.;
3. Вариант ответа: 120 л/сут.;
4. Вариант ответа: 140 л/сут.

Вопрос 4

Частица осаждается в неподвижной воде на глубину 3,6 м за 1,5 минуты. Гидравлическая крупность частицы равна

1. Вариант ответа: 0,03 м/с;
2. Вариант ответа: 0,04 м/с;
3. Вариант ответа: 0,05 м/с;
4. Вариант ответа: 0,06 м/с.

Вопрос 5

Скорость воды в трубе 0,6 м/с, внутренний диаметр 15 мм, температура воды 20°C. Число Рейнольдса равно

1. Вариант ответа: 9000;
2. Вариант ответа: 900;
3. Вариант ответа: 90;
4. Вариант ответа: 9.

Вопрос 6

Если число Рейнольдса при движении жидкости в трубе 160, то ее коэффициент гидравлических потерь на трение λ равен

1. Вариант ответа: 0,2;
2. Вариант ответа: 0,16;
3. Вариант ответа: 0,4;
4. Вариант ответа: 0,12.

Вопрос 7

Давление воды в некоторой точке течения 49 кПа, тогда пьезометрический напор равен

1. Вариант ответа: 20 м;
2. Вариант ответа: 15 м;
3. Вариант ответа: 10 м;
4. Вариант ответа: 5 м.

Вопрос 8

Коэффициент фильтрации почвы 0,6 мм/с. Перепад напора 2 м, длина пути фильтрации 6 м. Скорость фильтрации равна

1. Вариант ответа: 0,4 мм/с;
2. Вариант ответа: 0,3 мм/с.
3. Вариант ответа: 0,2 мм/с;
4. Вариант ответа: 0,1 мм/с.

Вопрос 9

Вода из трубы 1 и трубы 2 поступает в трубу 3. Известны площади поперечного сечения труб: $\omega_1=0,15 \text{ м}^2$; $\omega_2=0,05 \text{ м}^2$ и скорости $V_1= 1 \text{ м/с}$; $V_2= 2,0 \text{ м/с}$. Расход воды в трубе 3 равен

1. Вариант ответа: 0,2 м³/с;
2. Вариант ответа: 0,25 м³/с;
3. Вариант ответа: 0,3 м³/с;
4. Вариант ответа: 0,35 м³/с.

Вопрос 10

Расход воды в трубе 20 л/с. Площадь поперечного сечения 0,04 м². Средняя скорость равна

1. Вариант ответа: 1,5 м/с;

2. Вариант ответа: 2 м/с;
3. Вариант ответа: 0,5 м/с;
4. Вариант ответа: 1 м/с.

Вопрос 11

Скорость фильтрации воды через прямоугольную площадку (2 м на 4 м) 0,5 мм/с.

Фильтрационный расход равен

1. Вариант ответа: 1 л/с;
2. Вариант ответа: 2 л/с;
3. Вариант ответа: 3 л/с;
4. Вариант ответа: 4 л/с.

Вопрос 12

Средний расход воды в сентябре был 100 л/сут. За месяц был израсходован объем воды

1. Вариант ответа: 3 м³;
2. Вариант ответа: 4 м³;
3. Вариант ответа: 2 м³;
4. Вариант ответа: 5 м³.

Вопрос 13

При течении воды в трубе диаметром $d=0,1$ м, скоростной напор 4 м, коэффициент потерь напора на терние $\lambda=0,025$. Потери напора в трубе длиной 20 м составят

1. Вариант ответа: 20 м;
2. Вариант ответа: 15 м;
3. Вариант ответа: 10 м;
4. Вариант ответа: 5 м.

Вопрос 14

Если математическая модель детерминированная, то

1. Вариант ответа: задача не имеет решения;
2. Вариант ответа: ответ не зависит от заданных условий;
3. Вариант ответа: при заданных условиях получится вполне определенный ответ;
4. Вариант ответа: можно найти лишь вероятностные характеристики решения.

Вопрос 15

Момент инерции стержня относительно оси подвеса $J=0,4$ кг·м². При моменте сил относительно этой оси $M=8$ Н·м угловое ускорение стержня ε будет равно

1. Вариант ответа: 8 рад/с²;
2. Вариант ответа: 20 рад/с²;
3. Вариант ответа: 3 рад/с²;
4. Вариант ответа: 15 рад/с².

Вариант 3

Вопрос 1

При математическом моделировании не требуется

1. Вариант ответа: проверка качественной адекватности модели;
2. Вариант ответа: проверка количественной адекватности модели;
3. Вариант ответа: схематизация объекта моделирования;
4. Вариант ответа: доказательство теоремы.

Вопрос 2

В среде Mathcad оператор submatrix служит для

1. Вариант ответа: формирования подматрицы;
2. Вариант ответа: умножения матриц;
3. Вариант ответа: нахождения обратной матрицы;
4. Вариант ответа: вычисления определителя.

Вопрос 3

Водопотребление в январе было $6,2 \text{ м}^3$, в феврале – $5,7 \text{ м}^3$, в марте – $6,1 \text{ м}^3$. Среднее суточное водопотребление за 3 месяца не високосного года равно

1. Вариант ответа: 100 л/сут.;
2. Вариант ответа: 200 л/сут.;
3. Вариант ответа: 300 л/сут.;
4. Вариант ответа: 400 л/сут.

Вопрос 4

Частица осаждается в неподвижной воде на глубину 2,4 м за 1 минуту. Гидравлическая крупность частицы равна

1. Вариант ответа: 0,02 м/с;
1. Вариант ответа: 0,03 м/с;
3. Вариант ответа: 0,04 м/с;
4. Вариант ответа: 0,05 м/с.

Вопрос 5

Скорость воды в трубе 0,4 м/с, внутренний диаметр 12 мм, температура воды 20°C . Число Рейнольдса равно

1. Вариант ответа: 4800;
2. Вариант ответа: 480;
3. Вариант ответа: 48;
4. Вариант ответа: 4,8.

Вопрос 6

Если число Рейнольдса при движении жидкости в трубе 100, то ее коэффициент гидравлических потерь на трение λ равен

1. Вариант ответа: 0,32;
2. Вариант ответа: 0,64;
3. Вариант ответа: 0,4;
4. Вариант ответа: 0,12.

Вопрос 7

Давление воды в некоторой точке течения 98 кПа, тогда пьезометрический напор равен

1. Вариант ответа: 20 м;
2. Вариант ответа: 15 м;
3. Вариант ответа: 10 м;
4. Вариант ответа: 5 м.

Вопрос 8

Коэффициент фильтрации почвы 0,2 мм/с. Перепад напора 3 м, длина пути фильтрации 6 м. Скорость фильтрации равна

1. Вариант ответа: 0,4 мм/с;
2. Вариант ответа: 0,3 мм/с.
3. Вариант ответа: 0,2 мм/с;
4. Вариант ответа: 0,1 мм/с.

Вопрос 9

Вода из трубы 1 и трубы 2 поступает в трубу 3. Известны площади поперечного сечения труб: $\omega_1=0,2 \text{ м}^2$; $\omega_2=0,1 \text{ м}^2$ и скорости $V_1= 1,5 \text{ м/с}$; $V_2= 2,0 \text{ м/с}$. Расход воды в трубе 3 равен

1. Вариант ответа: 0,6 м³/с;
2. Вариант ответа: 0,5 м³/с;
3. Вариант ответа: 0,4 м³/с;
4. Вариант ответа: 0,3 м³/с.

Вопрос 10

Расход воды в трубе 30 л/с. Площадь поперечного сечения 0,01 м². Средняя скорость равна

1. Вариант ответа: 4 м/с;
2. Вариант ответа: 1 м/с;
3. Вариант ответа: 2 м/с;
4. Вариант ответа: 3 м/с.

Вопрос 11

Скорость фильтрации воды через прямоугольную площадку (2 м на 2 м) 0,25 мм/с.

Фильтрационный расход равен

1. Вариант ответа: 1 л/с;
2. Вариант ответа: 2 л/с;
3. Вариант ответа: 3 л/с;
4. Вариант ответа: 4 л/с.

Вопрос 12

Средний расход воды в ноябре был 200 л/сут. За месяц был израсходован объем воды

1. Вариант ответа: 2 м³;
2. Вариант ответа: 6 м³;
3. Вариант ответа: 3 м³;
4. Вариант ответа: 5 м³.

Вопрос 13

При течении воды в трубе диаметром $d=0,05 \text{ м}$, скоростной напор 2 м, коэффициент потерь напора на терние $\lambda=0,02$. Потери напора в трубе длиной 10 м составят

1. Вариант ответа: 4 м;
2. Вариант ответа: 6 м;
3. Вариант ответа: 8 м;
4. Вариант ответа: 10 м.

Вопрос 14

Если математическая модель стохастическая, то

1. Вариант ответа: можно найти лишь вероятностные характеристики решения;
2. Вариант ответа: задача не имеет решения;
3. Вариант ответа: ответ не зависит от заданных условий;
4. Вариант ответа: при заданных условиях получится вполне определенный ответ.

Вопрос 15

Момент инерции стержня относительно оси подвеса $J=0,5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$. При моменте сил относительно этой оси $M=3 \text{ Н}\cdot\text{м}$ угловое ускорение стержня ε будет равно

1. Вариант ответа: $1,5 \text{ рад}/\text{с}^2$;
2. Вариант ответа: $3 \text{ рад}/\text{с}^2$;
3. Вариант ответа: $4 \text{ рад}/\text{с}^2$;
4. Вариант ответа: $6 \text{ рад}/\text{с}^2$;

3.2 Целью тестирования является закрепление, углубление и систематизация знаний студентов, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы; проведение тестирования позволяет ускорить контроль за усвоением знаний и объективизировать процедуру оценки знаний студента. Оценка определяется количеством допущенных в ответах ошибок.

Оценка «5» («отлично») ставится, если студент ответил правильно на 81% - 100% тестовых заданий.

Оценка «4» («хорошо») ставится, если студент ответил правильно на 61% - 80% тестовых заданий.

Оценка «3» («удовлетворительно») ставится, если студент ответил правильно на 41% - 60% тестовых заданий.

Оценка «2» («неудовлетворительно») ставится, если студент ответил правильно не более, чем на 40% тестовых заданий.

3.3 Задания и контрольные вопросы по лабораторным работам

Лабораторная работа № 1

Моделирование процесса нестационарной фильтрации воды к круглому колодцу

Задание

1. По данным своего варианта вычислить параметр M , расход воды (дебит) к колодцу в установившемся режиме фильтрации; записать уравнение кривой депрессии.
2. С помощью операторов Given-Pdesolve решить численным методом краевую задачу (1.2) – (1.3). Построить профили уровня грунтовых вод в моменты времени $t = 0; 6; 24; 96, 240$ час.
3. Сформировать функцию зависимости расхода воды к колодцу от времени.

Контрольные вопросы:

1. Уравнение нестационарной одномерной фильтрации.
2. Что такое коэффициент фильтрации? Единицы измерения.
3. Формула Дюпюи для расхода в установившемся режиме фильтрации.
4. Как найти численное решение краевой задачи?
5. Краевые условия к уравнению нестационарной фильтрации.

6. Что такое кривая депрессии?

Лабораторная работа № 2

Зависимость площади живого сечения и смоченного периметра от глубины водотока

Задание

1. По данным своего варианта из табл. 2.1, 2.2 в среде Mathcad построить поперечное сечение водотока в м БС, как на рис. 2.1.
2. Найти многочлены, аппроксимирующие линию дна в области слева и справа от наибольшей глубины. Выбор порядка многочлена аппроксимации обосновать.
3. С помощью интегрирования построить зависимости площади живого сечения, смоченного периметра, средней глубины и гидравлического радиуса от наибольшей глубины водотока.
4. Рассчитать коэффициент Шези по гидравлическому радиусу и по средней глубине.

Контрольные вопросы:

1. Для чего используется коэффициент Шези?
2. Формула Павловского.
3. Как определяется коэффициент шероховатости русла?
4. Что такое смоченный периметр?
5. Формула для расчета гидравлического радиуса водотока.

Лабораторная работа № 3

Моделирование распространения загрязнения в водоеме после аварийного сброса

Задание

1. По данным своего варианта в среде Mathcad рассчитать значение коэффициент Шези и коэффициента диффузии.
2. Построить зависимость от времени области распространения загрязнения, профили концентрации примеси. Найти границу загрязнения через 100 час.
3. Построить контурные графики полей концентрации загрязнения в водоеме через 2 и 4 час. после сброса.

Контрольные вопросы:

1. Напишите уравнение диффузии пассивной примеси в водоеме.
2. Какой вид имеет решение такого уравнения?
3. Как рассчитать коэффициент турбулентной диффузии примеси?
4. Как зависит от времени граница распространения загрязнения?
5. Описать структуру оператора *CreateMesh*.

Лабораторная работа № 4

Моделирование динамики взаимодействия популяций «хищник-жертва»

Задание

1. Найти равновесные значения численности популяций для данных своего варианта.
2. Решить задачу Коши численным методом в среде Mathcad с помощью операторов *Given-Odesolve*, построить и проанализировать графики зависимостей $X(t)$, $Y(t)$.
3. Исследовать влияние одного из размерных параметров, указанного в последней строке данных, на численное решение задачи, включая частные случаи.
4. Построить фазовый портрет системы; определить состояния равновесия.

Контрольные вопросы:

1. Приведите примеры использования модели «хищник-жертва».
2. Запишите систему уравнений Лотка-Вольтерра.
3. Как оценить частоту встречи жертвы и хищника в их ограниченном ареале совместного обитания? Влияние этой частоты на численность популяций.
4. Как рассчитать равновесные значения численности популяций?
5. Что произойдет с популяцией жертв при отсутствии хищников?

3.4 Оценка результатов выполнения задания по каждой лабораторной работе производится при представлении студентом отчета по лабораторной работе. Результаты защиты каждой лабораторной работы оцениваются преподавателем по двухбалльной шкале «зачтено – не зачтено». Студент, самостоятельно выполнивший задание и продемонстрировавший знания, получает по лабораторной работе оценку «зачтено».

3.5 Учебным планом предусмотрено выполнение контрольной работы

Задания по контрольной работе

1. По данным своего варианта вычислить параметр M , расход воды (дебит) к колодцу в установившемся режиме фильтрации; записать уравнение кривой депрессии.
2. С помощью операторов *Given-Pdesolve* решить численным методом краевую задачу. Построить профили уровня грунтовых вод в моменты времени $t = 0; 6; 24; 96$.
3. По данным своего варианта в среде Mathcad построить поперечное сечение водотока. Рассчитать коэффициент Шези по гидравлическому радиусу и по средней глубине.
4. Построить зависимость от времени области распространения загрязнения, профили концентрации примеси. Найти границу загрязнения через 100 час.
5. Построить контурные графики полей концентрации загрязнения в водоеме через 2 и 4 час. после сброса.

6. Найти равновесные значения численности популяций для данных своего варианта. Решить задачу Коши численным методом в среде Mathcad с помощью операторов *Given-Odesolve*, построить и проанализировать графики зависимостей $X(t)$, $Y(t)$.

Вопросы к защите контрольной работы

1. Запишите уравнение нестационарной одномерной фильтрации.
2. Что такое коэффициент фильтрации? Единицы измерения.
3. Запишите формула Дюпюи для расхода в установившемся режиме фильтрации.
4. Что такое кривая депрессии?
5. Для чего используется коэффициент Шези?
6. Запишите формулу Павловского.
7. Как определяется коэффициент шероховатости русла?
8. Что такое смоченный периметр?
9. Напишите уравнение диффузии пассивной примеси в водоеме.
10. Какой вид имеет решение такого уравнения?
11. Как рассчитать коэффициент турбулентной диффузии примеси?
12. Как зависит от времени граница распространения загрязнения?
13. Приведите примеры использования модели «хищник-жертва».
14. Запишите систему уравнений Лотка-Вольтерра.
15. Как рассчитать равновесные значения численности популяций?

Контрольная работа оформляется как единый документ на одной стороне стандартных листов формата А4. Первый лист является титульным, на котором указывается название вуза, кафедры, учебной дисциплины, вариант, кто выполнил и кто проверил контрольную работу.

Защита контрольной работы включает проверку понимания студентом хода ее выполнения и знаний ответов на контрольные вопросы. Результаты защиты контрольной работы занятия оцениваются преподавателем по системе «зачтено – не зачтено». Студент, самостоятельно выполнивший контрольную работу и продемонстрировавший необходимые знания, получает оценку «зачтено».

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

Промежуточная аттестация проходит по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости (тестирование, защита отчетов лабораторных работ, защита контрольной работы).

5 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 20.04.02 Природообустройство и водопользование (профиль «Водоснабжение и водоотведение»).

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрена на заседании кафедры техносферной безопасности и природообустройства (протокол № 8 от 21.04.2022 г.).

Заведующий кафедрой



М.В. Минько