

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Приволжский исследовательский медицинский университет"  
Министерства здравоохранения Российской Федерации



УТВЕРЖДАЮ  
проректор по учебной работе  
Е. С. Богомолова

25 » мая 2021г.

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине **Фрактальные методы анализа медико-биологических данных с элементами компьютерного моделирования**

направление подготовки **09.04.02 Информационные системы и технологии**

профиль **Информационные системы и технологии в здравоохранении**

Квалификация выпускника:  
**Магистр**

Форма обучения:  
**очно-заочная**

Нижний Новгород  
2021

Фонд оценочных средств по дисциплине «Фрактальные методы анализа медико-биологических данных с элементами компьютерного моделирования» предназначен для контроля знаний по программе магистратуры по направлению подготовки 09.04.02 Информационные системы и технологии, профилю «Информационные системы и технологии в здравоохранении».

**1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «Фрактальные методы анализа медико-биологических данных с элементами компьютерного моделирования»**

Компетенция	Результаты обучения и индикаторы достижения компетенций	Виды занятий	Оценочные средства
<b>ОПК-1</b>	<p><b>Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте</b></p> <p><b>Знать:</b> ИД-3<sub>ОПК-1.3</sub> основные понятия фрактального анализа и теории перколяции; методику разработки алгоритма компьютерного кода, описывающего динамику развития биологических систем.</p>	<b>Самостоятельная работа</b>	<b>Контрольная работа</b>
<b>ОПК-7</b>	<p><b>Способен разрабатывать и применять математические модели процессов и объектов при решении задач анализа и синтеза распределенных информационных систем и систем поддержки принятия решений</b></p> <p><b>Знать:</b> ИД-1<sub>ОПК-7.1</sub> методики и модели оптимизации и прогнозирования качества процессов информационных процессов.</p> <p><b>Уметь:</b> ИД-4<sub>ОПК-7.4</sub> разрабатывать и руководить разработкой математических моделей информационных процессов.</p>	<b>Лекции, практические занятия</b>	<b>Контрольная работа Ситуационные задачи Тестирование Собеседование</b>
<b>УК-2</b>	<p><b>Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</b></p> <p><b>Знать:</b> ИД-1<sub>УК-2.1</sub> этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами в сфере информационных технологий.</p> <p><b>Уметь:</b> ИД-4<sub>УК-2.4</sub> разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта - управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.</p> <p><b>Владеть:</b> ИД-7<sub>УК-2.7</sub> методиками разработки и управления проектом в сфере информационных технологий, а также методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта.</p>	<b>Лекции, практические занятия</b>	<b>Контрольная работа Ситуационные задачи Тестирование Собеседование</b>

Текущий контроль по дисциплине «Фрактальные методы анализа медико-биологических данных с элементами компьютерного моделирования» осуществляется в течение всего срока освоения данной дисциплины. Выбор оценочного средства для проведения текущего контроля на усмотрение преподавателя.

Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине «Фрактальные методы анализа медико-биологических данных с элементами компьютерного моделирования» проводится по итогам обучения и является обязательной.

## 2. Критерии и шкала оценивания

<i>Критерии оценивания</i>	<i>Шкала оценивания по системе бальной оценки</i>			
	<i>неудовлетворительно</i>	<i>удовлетворительно</i>	<i>хорошо</i>	<i>отлично</i>
<b>Полнота знаний</b>	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
<b>Наличие умений</b>	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
<b>Наличие навыков (владение опытом)</b>	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов
<b>Характеристика сформированности компетенции</b>	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения профессиональных задач. Требуется повторное обучение	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения профессиональных задач, но	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям, но есть недочеты. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в

Критерии оценивания	Шкала оценивания по системе бальной оценки			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
		требуется дополнительная практика по большинству практических задач	профессиональных задач, но требуется дополнительная практика по некоторым профессиональным задачам	полной мере достаточно для решения сложных профессиональных задач
<b>Уровень сформированности компетенций</b>	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

### 3. Оценочные средства

#### 3.1. Текущий контроль

##### 3.1.1. Контролируемый раздел дисциплины «Фрактальные методы анализа медико-биологических данных»

#### Перечень вопросов

1. Скейлинг, виды скейлинга. Примеры скейлинга в природе. Математическая форма скейлинга. Масштабная инвариантность. Самоподобие.
2. Определение фрактала. Свойства фрактального объекта. Примеры фракталов в природе. Размерность фрактала.
3. Определение генератора фрактального множества. Канторовское множество, его генерация. Длина и размерность Канторовского множества.
4. Определение генератора фрактального множества. Кривая Коха, ее генерация. Длина и размерность Кривой Коха. Связь кривой Коха с береговой линией Англии.
5. Остров Коха. Площадь, периметр и краевой индекс острова Коха.
6. Определение генератора фрактального множества. Салфетка Серпинского, ее генерация. Фрактальная размерность и площадь салфетки Серпинского.
7. Стохастический фрактал. Отличие стохастического фрактала от классического.
8. Фрактальная размерность. Связь меры множества с фрактальной размерностью. Береговая линия Англии.
9. Понятие фрактальной размерности фрактала. Методы определения фрактальной размерности стохастического фрактала.
10. Понятие перколяции. Порог перколяции. Задача узлов на квадратной решетке.
11. Понятие перколяции. Порог перколяции. Задача связей на квадратной решетке.
12. Перколяционный переход. Критический индекс и порог перколяционного перехода (приведите примеры).
13. Перколяционный кластер. Корреляционная длина и масса кластера. Понятие бесконечного кластера.
14. Перколяция в градиенте концентрации. «Море» и «суша», диффузионный фронт.
15. Континуальная перколяция. Задача окружностей и сфер.
16. Направленная перколяция. Координационное число. Связь направленной перколяции с проблемой распространения инфекции.

## 3.1.2. Контролируемый раздел дисциплины «Компьютерное моделирование»

**Перечень вопросов**

1. Типы переменных. Скалярные, векторные и матричные объекты в программировании.
2. Что такое блок-схема алгоритма и для чего она нужна. Приведите два примера блок-схемы с пояснением алгоритма работы программ.
3. Для чего используются циклы “for” и “while”? В чем разница между ними? Приведите примеры.
4. Для чего используются операторы “if” и “else if”? В чем разница между ними? Приведите примеры.
5. Понятие функции. Встроенные и собственные функции. Напишите код функций, вычисляющих площадь поверхности и объем цилиндра по заданным значениям образующей и радиуса основания.
6. Понятие функции. Встроенные и собственные функции. Напишите код функции, вычисляющей факториал числа.
7. Понятие функции. Встроенные и собственные функции. Напишите код функций, сортирующей компоненты вектора по возрастанию.
8. Что такое цифровое изображение с точки зрения программы? Какие существуют методы обработки цифровых изображений в рамках пакета прикладных программ MATLAB? Как они могут быть использованы в медицине.
9. Напишите блок-схему алгоритма распространения лесного пожара из единственного узла-очага возгорания на прямоугольной решетке. Считать, что пожар с фиксированной вероятностью перебрасывается на соседние узлы (без диагональных направлений) и что «сгоревший» узел не может быть подожжен снова.
10. Напишите блок-схему алгоритма поиска индекса округлости сплошного пятна произвольной формы. Для простоты считать, что пятно расположено на белом фоне и что все пиксели пятна имеют черный цвет.
11. Напишите блок-схему алгоритма поиска количества отростков клетки мозга мыши (двумерный скан). Считать, что от центральной части клетки, похожей на окружность, отходит несколько отростков. Для простоты считать, что клетка не имеет «дыр» и находится на белом фоне и что все пиксели клетки имеют черный цвет.
12. Напишите блок-схему алгоритма, который симулирует одномерное броуновское движение точки (позволяет найти координату данной точки в заданный момент времени). На входе программы указывается длина временного ряда. Алгоритм должен выдавать вектор с координатами точки во все моменты времени и строить график зависимости координаты точки от времени.
13. Напишите блок-схему программы, которая выдает распределение вероятностей для схемы Бернулли при заданном числе испытаний и вероятности успеха в каждом испытании. Кроме того, программа должна уметь определять вероятность того, что случайная величина попадает в заданный интервал значений.
14. Напишите блок-схему программы, которая выдает распределение вероятностей для схемы Пуассона при заданном числе испытаний и вероятности успеха в каждом испытании. Кроме того, программа должна уметь определять вероятность того, что случайная величина попадает в заданный интервал значений.

## Ситуационные задачи

1. Напишите код программы, моделирующей распространение лесного пожара из единственного узла-очага возгорания на квадратной решетке размером  $100 \times 100$ . Горящий узел может поджечь соседей, но сам сгорает уже на следующем шаге по времени. Считать, что пожар с вероятностью 40% перебрасывается на соседние узлы (без диагональных направлений) и что «сгоревший» узел не может быть подожжен снова. Программа должна каждую итерацию выводить изображение системы на экран, причем несгоревший лес должен быть показан зеленым, сгоревший – черным, а горящий в данный момент – оранжевым.
2. Напишите код программы, моделирующей распространение инфекции из единственного узла-источника на квадратной решетке размером  $100 \times 100$ . Считать, что инфекция с вероятностью 30% перебрасывается на соседние узлы (с учетом диагональных направлений) и что «инфицированный» узел приобретает иммунитет и сам становится незаразным уже на следующем шаге по времени. Программа должна каждую итерацию выводить изображение системы на экран, причем незараженные узлы должны быть показаны зеленым, болеющие – красным, а переболевшие – синим.
3. Напишите код программы для поиска индекса округлости сплошного пятна произвольной формы. Для простоты считать, что пятно расположено на белом фоне и что все пиксели пятна имеют черный цвет.
4. Напишите код программы для поиска индекса округлости пятна произвольной формы. Пятно расположено на светлом фоне и имеет более темный цвет, причем яркости пикселей черно-белого изображения могут быть любыми в диапазоне от абсолютно белого (условно 1) до абсолютно черного (условно 0). (Указание: ввести пороговую яркость пикселя, позволяющую выделить пиксели пятна на более светлом фоне)
5. Напишите код программы, моделирующей одномерное броуновское движение точки (позволяет найти координату данной точки в заданный момент времени). На входе программы указывается длина временного ряда. Алгоритм должен выдавать вектор с координатами точки во все моменты времени и строить график зависимости координаты точки от времени.
6. Напишите код программы, моделирующей динамику эволюции системы хищник-жертва. Считать, что система описывается системой уравнений Вольтерры-Лотки:

$$\begin{cases} \dot{x} = (\alpha - cy)x \\ \dot{y} = (-\beta + dx)y, \end{cases}$$

где  $x$  и  $y$  – численности популяций жертв (зайцы) и хищников (волки), а  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $c$  и  $d$  – некоторые постоянные коэффициенты. Принять, что в начальный момент времени  $x(0)=x_0$ ;  $y(0)=y_0$ . На выходе программа должна строить графики зависимостей численности популяций зайцев и волков от времени. Подразумевается, что длина временного ряда, начальные условия и все коэффициенты вводятся исследователем.

7. Напишите код программы, моделирующей зависимость массы препарата в организме пациента от времени при способе введения типа «капельница», для которого выполняется уравнение

$$\frac{dm}{dt} = Q - K_{el}m, \quad m(0) = 0,$$

где скорость инфузии (выведения)  $Q$  и константа элиминации (выведения)  $K_{el}$  являются параметрами задачи. На выходе программа должна строить график зависимости  $m(t)$ . Предполагается, что все необходимые коэффициенты вводятся исследователем.

8. Напишите код программы, моделирующей зависимость массы препарата в организме пациента от времени при способе введения типа «укол+капельница», для которого выполняется уравнение

$$\frac{dm}{dt} = Q - K_{el}m, \quad m(0) = m_0,$$

где скорость инфузии (выведения)  $Q$ , константа элиминации (выведения)  $K_{el}$  и начальная масса препарата  $m_0$  являются параметрами задачи. На выходе программа должна строить график зависимости  $m(t)$ . Предполагается, что все необходимые коэффициенты вводятся исследователем.

### 3.2. Промежуточный контроль

#### 3.2.1. Экзаменационные билеты

##### Билет 1

1. Скейлинг, виды скейлинга. Примеры скейлинга в природе. Математическая форма скейлинга. Масштабная инвариантность. Самоподобие.
2. Направленная перколяция. Координационное число. Связь направленной перколяции с проблемой распространения инфекции.
3. Что такое блок-схема алгоритма и для чего она нужна. Приведите два примера блок-схемы с пояснением алгоритма работы программ.
4. Напишите код программы, моделирующей распространение лесного пожара из единственного узла-очага возгорания на квадратной решетке размером  $100 \times 100$ . Горящий узел может поджечь соседей, но сам сгорает уже на следующем шаге по времени. Считать, что пожар с вероятностью 40% перебрасывается на соседние узлы (без диагональных направлений) и что «сгоревший» узел не может быть подожжен снова. Программа должна каждую итерацию выводить изображение системы на экран, причем несгоревший лес должен быть показан зеленым, сгоревший – черным, а горящий в данный момент – оранжевым.

##### Билет 2

1. Определение фрактала. Свойства фрактального объекта. Примеры фракталов в природе. Размерность фрактала.
2. Континуальная перколяция. Задача окружностей и сфер.
3. Для чего используются циклы “for” и “while”? В чем разница между ними? Приведите примеры.
4. Напишите код программы, моделирующей распространение инфекции из единственного узла-источника на квадратной решетке размером  $100 \times 100$ . Считать, что инфекция с вероятностью 30% перебрасывается на соседние узлы (с учетом диагональных направлений) и что «инфицированный» узел приобретает иммунитет и сам становится незаразным уже на следующем шаге по времени. Программа должна

каждую итерацию выводить изображение системы на экран, причем незараженные узлы должны быть показаны зеленым, болеющие – красным, а переболевшие – синим.

### Билет 3

1. Определение генератора фрактального множества. Канторовское множество, его генерация. Длина и размерность Канторовского множества.
2. Перколяция в градиенте концентрации. «Море» и «суша», диффузионный фронт.
3. Для чего используются операторы “if” и “else if”? В чем разница между ними? Приведите примеры.
4. Напишите код программы для поиска индекса округлости сплошного пятна произвольной формы. Для простоты считать, что пятно расположено на белом фоне и что все пиксели пятна имеют черный цвет.

### Билет 4

1. Определение генератора фрактального множества. Кривая Коха, ее генерация. Длина и размерность Кривой Коха. Связь кривой Коха с береговой линией Англии.
2. Перколяционный кластер. Корреляционная длина и масса кластера. Понятие бесконечного кластера.
3. Понятие функции. Встроенные и собственные функции. Напишите код функций, вычисляющих площадь поверхности и объем цилиндра по заданным значениям образующей и радиуса основания.
4. Напишите код программы для поиска индекса округлости пятна произвольной формы. Пятно расположено на светлом фоне и имеет более темный цвет, причем яркости пикселей черно-белого изображения могут быть любыми в диапазоне от абсолютно белого (условно 1) до абсолютно черного (условно 0). (Указание: ввести пороговую яркость пикселя, позволяющую выделить пиксели пятна на более светлом фоне)

### Билет 5

1. Остров Коха. Площадь, периметр и краевой индекс острова Коха.
2. Перколяционный переход. Критический индекс и порог перколяционного перехода (приведите примеры).
3. Напишите блок-схему алгоритма поиска индекса округлости сплошного пятна произвольной формы. Для простоты считать, что пятно расположено на белом фоне и что все пиксели пятна имеют черный цвет.
4. Напишите код программы, моделирующей одномерное броуновское движение точки (позволяет найти координату данной точки в заданный момент времени). На входе программы указывается длина временного ряда. Алгоритм должен выдавать вектор с координатами точки во все моменты времени и строить график зависимости координаты точки от времени.

### Билет 6

1. Определение генератора фрактального множества. Салфетка Серпинского, ее генерация. Фрактальная размерность и площадь салфетки Серпинского.
2. Понятие перколяции. Порог перколяции. Задача связей на квадратной решетке.
3. Что такое цифровое изображение с точки зрения программы? Какие существуют методы обработки цифровых изображений в рамках пакета прикладных программ MATLAB? Как они могут быть использованы в медицине.
4. Напишите код программы, моделирующей динамику эволюции системы хищник-жертва. Считать, что система описывается системой уравнений Вольтерры-Лотки:

$$\begin{cases} \dot{x} = (\alpha - \beta y)x \\ \dot{y} = (-\beta + dx)y, \end{cases}$$

где  $x$  и  $y$  – численности популяций жертв (зайцы) и хищников (волки), а  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $c$  и  $d$  – некоторые постоянные коэффициенты. Принять, что в начальный момент времени  $x(0)=x_0$ ;  $y(0)=y_0$ . На выходе программа должна строить графики зависимостей численности популяций зайцев и волков от времени. Подразумевается, что длина



временного ряда, начальные условия и все коэффициенты вводятся исследователем.

### Билет 7

1. Стохастический фрактал. Отличие стохастического фрактала от классического.
2. Понятие перколяции. Порог перколяции. Задача узлов на квадратной решетке.
3. Напишите блок-схему алгоритма, который симулирует одномерное броуновское движение точки (позволяет найти координату данной точки в заданный момент времени). На входе программы указывается длина временного ряда. Алгоритм должен выдавать вектор с координатами точки во все моменты времени и строить график зависимости координаты точки от времени.
4. Напишите код программы, моделирующей зависимость массы препарата в организме пациента от времени при способе введения типа «капельница», для которого выполняется уравнение

$$\frac{dm}{dt} = Q - K_{el}m, \quad m(0) = 0,$$

где скорость инфузии (выведения)  $Q$  и константа элиминации (выведения)  $K_{el}$  являются параметрами задачи. На выходе программа должна строить график зависимости  $m(t)$ . Подразумевается, что все необходимые коэффициенты вводятся исследователем.

### Билет 8

1. Фрактальная размерность. Связь меры множества с фрактальной размерностью. Береговая линия Англии.
2. Понятие фрактальной размерности фрактала. Методы определения фрактальной размерности стохастического фрактала.
3. Напишите блок-схему программы, которая выдает распределение вероятностей для схемы Бернулли при заданном числе испытаний и вероятности успеха в каждом испытании. Кроме того, программа должна уметь определять вероятность того, что случайная величина попадает в заданный интервал значений.
4. Напишите код программы, моделирующей зависимость массы препарата в организме пациента от времени при способе введения типа «укол+капельница», для которого выполняется уравнение

$$\frac{dm}{dt} = Q - K_{el}m, \quad m(0) = m_0,$$

где скорость инфузии (выведения)  $Q$ , константа элиминации (выведения)  $K_{el}$  и начальная масса препарата  $m_0$  являются параметрами задачи. На выходе программа должна строить график зависимости  $m(t)$ . Подразумевается, что все необходимые коэффициенты вводятся исследователем.

### 3.2.2. Тестовые вопросы

<i>Тестовые вопросы и варианты ответов</i>	<i>Компетенция, формируемая тестовым вопросом</i>
1. Математическим выражением самоподобия является а. степенная функция б. показательная функция в. линейная функция г. синусоида	ОПК-1, ОПК-7, УК-2
2. Фрактальная размерность Канторовского множества равна а. 1.0 б. 0,6309	ОПК-1, ОПК-7, УК-2

г. 0,2304	
3. Остров Коха характеризуется тем, что а. не имеет площади, но имеет периметр б. не имеет периметра, но имеет площадь в. имеет и периметр и площадь г. не имеет ни периметра, ни площади	ОПК-1, ОПК-7, УК-2
4. Генератором салфетки Серпинского является а. равносторонний треугольник б. прямоугольный треугольник в. квадрат г. окружность	ОПК-1, ОПК-7, УК-2
5. При броуновском движении отклонение точки от положения старта растёт во времени а. линейно б. квадратично в. как квадратный корень из прошедшего времени г. как десятичный логарифм от прошедшего времени	ОПК-1, ОПК-7, УК-2
6. Фрактальная размерность не определяет а. меру объекта б. структуру объекта в. характерный масштаб объекта	ОПК-1, ОПК-7, УК-2
7. Бесконечный кластер формируется при степени заполнения решетки а. ниже порога перколяции б. выше порога перколяции в. существует независимо от степени заполнения решетки г. строго равной порогу перколяции	ОПК-1, ОПК-7, УК-2
8. Корреляционная длина характеризует а. среднее расстояние между кластерами б. размер наибольшего кластера в. среднее расстояние между узлами конечного кластера г. размер наименьшего кластера	ОПК-1, ОПК-7, УК-2
9. В задаче окружностей порог перколяции а. растёт при увеличении размерности пространства б. уменьшается при увеличении размерности пространства г. не зависит от размерности пространства	ОПК-1, ОПК-7, УК-2
10. Распространение инфекции лучше всего описывается в рамках модели	ОПК-1, ОПК-7, УК-2

<p>а. перколяции сфер  б. градиентной перколяции  в. направленной перколяции  г. ни один из ответов не является верным</p>	
<p>11. На блок-схеме алгоритма условный оператор обозначается</p> <p>а. прямоугольником  б. треугольником  в. ромбом  г. овалом</p>	ОПК-1, ОПК-7, УК-2
<p>12. Переменной цикла “for” может быть</p> <p>а. целое число  б. только натуральное число  в. рациональное число  г. любое действительное число</p>	ОПК-1, ОПК-7, УК-2
<p>13. Цикл “while”</p> <p>а. не может иметь больше одного условия  б. обрывается после определенного количества операций даже если условие выхода из цикла не выполняется  в. может заиклиться, если условие выхода из цикла никогда не выполняется  г. аналогичен циклу “for”</p>	ОПК-1, ОПК-7, УК-2
<p>14. Какой из этих операторов не нуждается в условии?</p> <p>а. for  б. else if  в. if  г. while</p>	ОПК-1, ОПК-7, УК-2
<p>15. Какой тип переменной требует больше всего памяти?</p> <p>а. logical  б. integer  в. char  г. double</p>	ОПК-1, ОПК-7, УК-2
<p>16. С точки зрения программы каждый пиксель черно-белого изображения класса uint8 закодирован числом</p> <p>а. от 0 до 1  б. от 0 до 65535  в. от 0 до 255  г. от 1 до 10</p>	ОПК-1, ОПК-7, УК-2
<p>17. С точки зрения программы цветное изображение является</p> <p>а. матрицей, в которой каждый пиксель закодирован</p>	ОПК-1, ОПК-7, УК-2

<p>тройкой чисел  б. матрицей, в которой каждый пиксель закодирован одним числом  в. вектором, в котором каждый пиксель закодирован тройкой чисел  г. вектором, в котором каждый пиксель закодирован одним числом</p>	
<p>18. Рекурсивной называется функция, которая  а. обращается к другим функциям  б. на выходе выдает вектор целочисленных значений  в. вызывает саму себя  г. среди предыдущих ответов нет верного</p>	ОПК-1, ОПК-7, УК-2
<p>19. Какая из следующих функций может быть написана с использованием рекурсии?  а. функция, вычисляющая объем прямой призмы  б. функция, сортирующая компоненты вектора по убыванию  в. функция, вычисляющая факториал числа  г. функция, удаляющая из вектора нулевые элементы</p>	ОПК-1, ОПК-7, УК-2
<p>20. Чем в модели распространения инфекции определяется динамика развития системы?  а. только вероятностью заражения  б. только числом контактных соседей (координатным числом)  в. вероятность заражения и размером системы  г. вероятностью заражения и числом контактных соседей</p>	ОПК-1, ОПК-7, УК-2