

Тест 9 (Нелинейные волны и солитоны)

1. Природа волн различна в зависимости от свойств среды, в которой они распространяются. Какими свойствами твердых тел обусловлены волны в них?

- 1) силами упругости, которые возникают из-за деформаций в среде
- 2) магнитными свойствами твердых тел
- 3) теплопроводностью твердых тел
- 4) плотностью твердых тел

2. Какие волны называются продольными?

- 1) Волны, у которых смещения частиц среды, в которой волна распространяется, перпендикулярны вектору распространения волны
- 2) Волны, у которых смещения частиц среды, в которой волна распространяется, осуществляются в направлении распространения волны
- 3) Волны, у которых смещения частиц среды, в которой волна распространяется, параллельны вектору распространения волны

3. Какие волны называют поперечными?

- 1) Волны, у которых смещения частиц среды, в которой волна распространяется, перпендикулярны вектору распространения волны
- 2) Волны, у которых смещения частиц среды, в которой волна распространяется, осуществляются в направлении распространения волны
- 3) Волны, у которых смещения частиц среды, в которой волна распространяется, параллельны вектору распространения волны

4. Какие виды волн возможны в жидкости и в газе?

- 1) продольные волны
- 2) поперечные волны
- 3) концентрические
- 4) стоячие

5. Чем при распространении электромагнитных волн в вакууме обусловлена связь между различными участками волны в пространстве?

- 1) тем, что изменение электрического поля вызывает появление магнитного поля и наоборот
- 2) изотропностью пространства
- 3) однородностью пространства
- 4) обратимостью времени

6. От каких параметров, главным образом, зависит скорость распространения длинных волн на воде?

- 1) длина волны
- 2) температура воды
- 3) ускорение свободного падения тел на Земле
- 4) плотность воды

7. От каких параметров зависит скорость распространения коротких волн на воде?

- 1) длина волны

- 2) температуры воды
- 3) коэффициент поверхностного натяжения воды
- 4) плотность воды

8. Кто из перечисленных ученых в 1834 году впервые наблюдал на воде одиночную волну (солитон) и занялся ее изучением?

- 1) М. Фарадей
- 2) К. Юнг
- 3) Дж. С. Рассел
- 4) Дж. У. Рэлей

9. Какие свойства присущи солитонам, распространяющимся на поверхности жидкости?

- 1) Двигается с постоянной скоростью и без изменения формы

- 2) Скорость v связана с глубиной канала h и ее высотой a : $v = \sqrt{g(a+h)}$

где g – ускорение свободного падения, причем $a < h$

- 3) возможен распад одной большой волны на несколько волн
- 4) солитоны проходят друг через друга без каких-либо изменений
- 5) в экспериментах наблюдаются только волны возвышения
- 6) при взаимодействии солитонов наблюдается интерференция

10. Простейшее волновое уравнение в частных производных имеет вид:

$$u_{tt} = c^2 u_{xx}$$

Характеристика волны u в этом уравнении зависит от пространственной координаты x и времени t , а двоянные индексы у переменной u обозначают соответствующие вторые производные. Какие волновые процессы из перечисленных ниже могут быть описаны этим уравнением?

- 1) волна, распространяющаяся по струне (в этом случае u – отклонение струны)
- 2) звуковая волна в воздухе, где u – плотность воздуха
- 3) электромагнитная волна, где u – напряженность электрического и/или магнитного поля.
- 4) распространение солитона

11. В чем заключается принцип суперпозиции, которому подчиняются решения простейшего волнового уравнения в частных производных, имеющего вид $u_{tt} = c^2 u_{xx}$?

- 1) если взять 2 любых решения этого уравнения, то и их сумма будет его решением
- 2) если взять 2 любых решения этого уравнения, то и их сумма не будет его решением
- 3) если взять 2 любых решения этого уравнения, то и их произведение будет его решением
- 4) если взять 2 любых решения этого уравнения, то и их разность не будет его решением

12. Выполняется ли принцип суперпозиции для решений уравнений, описывающих нелинейные волновые процессы?

- 1) да
- 2) нет
- 3) иногда выполняется, а иногда нет

13. При каких дополнительных условиях уравнения Кортевега - де Фриса корректно описывают распространение уединенной волны (солитона) вдоль водного канала?

- 1) постоянство температуры воды
- 2) отсутствие вихрей
- 3) амплитуда волны много меньше глубины бассейна
- 4) длина волны много больше глубины бассейна
- 5) длина волны много меньше глубины бассейна
- 6) постоянство плотности воды

14. Какими особенностями обладает решение уравнения Кортевега-де Фриса

$u_t + 6uu_x + u_{xx} = 0$, в отличие от решения волнового уравнения $u_{tt} = c^2 u_{xx}$?

- 1) описывает волну, распространяющуюся во всех направлениях
- 2) описывает волну, распространяющуюся в одном направлении
- 3) принцип суперпозиции решений не выполняется
- 4) принцип суперпозиции решений выполняется

15. При каких условиях задача, поставленная в 1952 г. Э.Ферми перед С. Уламом и Д.Паста, о расчете на ЭВМ колебаний 64 грузиков, связанных друг с другом пружинками, свелась к решению уравнений Кортевега-де Фриса?

- 1) при увеличении расстояния между грузиками
- 2) при уменьшении расстояния между грузиками
- 3) при значительном уменьшении числа грузиков
- 4) при неограниченном росте числа грузиков

16. К каким выводам пришли Крускал и Забруски, исследовавшие в 1950-60-е гг. столкновение одиночных волн (солитонов)?

- 1) скорость движения солитонов тем больше, чем больше их амплитуда
- 2) скорость движения солитонов тем больше, чем меньше их амплитуда
- 3) ширина пика волны уменьшается с ростом ее амплитуды
- 4) ширина пика волны увеличивается с ростом ее амплитуды
- 5) если быстрая уединенная волна догонит более медленную, то некоторое время они двигаются совместно, а затем разъединятся
- 6) если быстрая уединенная волна догонит более медленную, то они могут погасить друг друга

17. Исправьте на правильные, если они неверны, или оставьте без изменений, если они верны, выделенные курсивом в определении солитона слова:

Солитоном называется *линейная* уединенная волна, которая *изменяет в небольших пределах* свою форму и скорость при собственном движении и столкновении с себе подобными уединенными волнами, то есть представляет собой *неустойчивое* образование. Единственным результатом взаимодействия солитонов может быть их *взаимное гашение*.

18. Уравнение, с помощью которого описывается распространение групп волн на воде, было получено В.Е. Захаровым в 1968 г. Математически оно совпадало с уже известным нелинейным уравнением Э. Шредингера. Чем отличаются солитоны уравнения Кортевега-де Фриса от солитонов уравнения Шредингера?

- 1) солитоны уравнения Шредингера соответствуют форме огибающей группы волн
- 2) солитоны уравнения Шредингера внешне напоминают модулированные радиоволны
- 3) солитоны уравнения Шредингера соответствуют интерференции групп волн
- 4) солитоны уравнения Шредингера соответствуют дифракции групп волн

19. С чем связан хорошо известный факт, что самая высокая волна в группе волн на поверхности моря или океана - девятая (девятый вал)?

Ответ: Обычно под огибающей солитона находится от ... до... волн, причем волна –самая большая- находится между... и

20. Каким уравнением описывается топологический солитон?

- 1) $u_{tt} = c^2 u_{xx}$
- 2) $u_{xt} = \sin u$
- 3) $iu_t = -u_{xx} - |u|^2 u$
- 4) $u_t + 6uu_x + u_{xx} = 0$

21. В каких областях науки и техники к настоящему времени наблюдались солитоны?

- 1) при исследованиях линий передачи сигналов с нелинейными элементами (диоды, катушки сопротивления),
- 2) атмосфер планет (Большое красное пятно Юпитера),
- 3) волн цунами,
- 4) волновых процессов в плазме,
- 5) в теории поля и физике элементарных частиц,
- 6) в физике твердого тела,
- 7) теплофизике экстремальных состояний веществ,
- 8) при изучении новых материалов (например, джозефсоновских контактов, состоящих из разделенных диэлектриком двух слоев сверхпроводящего металла),
- 9) при создании моделей решеток кристаллов, описании дислокаций в кристаллах,
- 10) в оптике (например, при анализе распространения ультракоротких световых импульсов в оптических средах),
- 11) в биологии и медицине (при изучении распространения нервных импульсов).

22. В каких областях науки и техники солитоны находят наиболее широкое применение?

- 1) в оптоволоконных линиях связи для передачи информации,
- 2) в медицине для диагностики заболеваний,
- 3) в биологии для генной модификации растений,
- 4) в физике для создания новых приборов,