

# Обеспечение комфорта при проектировании яхт

Какие качества являются определяющими при приобретении судна для отдыха? Их несложно перечислить: эстетика, комфорт, эксплуатационные качества (за рубежом называемые емким словом «performance»), безопасность и, конечно же, стоимость. Проблема в том, что эти качества зачастую противоречивы, и любое судно – в зависимости от поставленных при проектировании приоритетов – является компромиссом этих качеств. *Хорошее судно – это удачный компромисс.*

Итак, что же мы имеем в виду, говоря о комфорте? Здесь помимо общих оценок «удобно» и «не удобно» можно выделить конкретные критерии, а факторы, определяющие комфорт, разделить на психологические и физиологические [10].

К психологическим факторам можно отнести ощущение уюта и безопасности на судне, индивидуальное восприятие владельцем и гостями интерьера и экстерьера и т.д. Психологический комфорт достигается грамотным проектированием судна в соответствии с принципами дизайна и инженерной практикой и с учетом вкусов владельца. К немаловажным факторам обеспечения психологического комфорта на яхте можно отнести надлежащий подбор экипажа, исправно работающее оборудование.

Физиологические факторы влияют на физиологическое состояние людей на борту [5]. Это – шум, микроклимат, освещенность, ускорения, обитаемость.

В отличие от психологических факторов физиологические легко поддаются измерению и контролю, а следовательно, могут быть стандартизованы – именно их и учитывают при назначении «комфорт-класса».

Что такое «комфорт-класс»? За последние годы некоторые классификационные общества (КО) разработали набор требований к комфортабельности судов и ввели понятие «комфорт-класс». Первым в 1995 г. был DNV (Det Norske Veritas), затем к нему присоединились RINA (Registro Italiano Navale), Lloyd и ABS (American Bureau of Shipping) [1, 7]. Комфорт-класс присваивается пасса-

С появлением в России большого спроса на яхты и катера (особенно дорогие) возникает потребность в методах оценки комфорта на борту этих судов. Поэтому систематизированный обзор критериев комфорта, подготовленный яхтенным дизайнером, будет полезен потенциальным покупателям яхт, яхтсменам и брокерам.

Пример дизайна моторно-парусного чартерного катамарана «Rabbit RB 34»



Общий вид, планировка салона и палубы проекта чартерного катамарана «Rabbit RB 34». Можно отметить, что объем салона на этой небольшой лодке по вместимости и уровню комфорта соответствует 50–60-футовым однокорпусным яхтам!

жирским судам и престижным яхтам и свидетельствует о том, что судно соответствует высоким требованиям к комфортности пребывания людей на борту, будь то помещения пассажиров или экипажа, общественные и служебные помещения, открытые и внутренние. Но даже для сравнительно небольших яхт и катеров желательнее следование требованиям «комфорт-класса» и общепринятым принципам обеспечения комфорта – насколько это, конечно же, возможно.

**Шум** – наиболее распространенная причина дискомфорта на малых судах. Для его уменьшения принято снижать общий шумовой фон на судне и звукоизолировать отдельные помещений для достижения уровня «приватности».

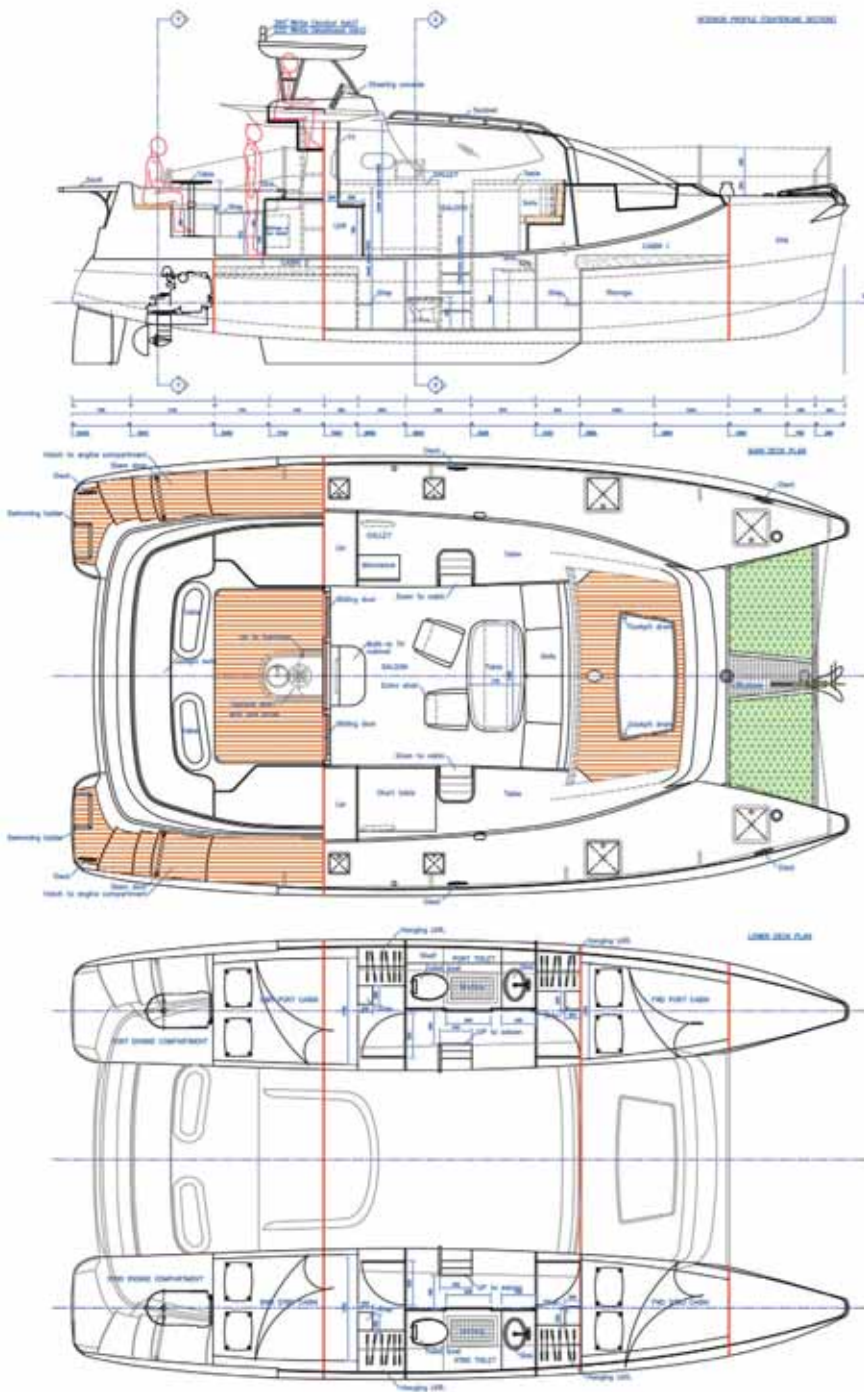
Особенности восприятия шума человеком таково, что увеличение уровня звука на 10 дБ воспринимается как удвоение его громкости.

**Конструктивные меры по снижению шума.** В этих целях осуществляют подбор малошумных механизмов и устройств и устанавливают так, чтобы не «просто работало», а с учетом минимизации шума. Шумное оборудование размещают по возможности в одном пространстве и как можно дальше от обитаемых помещений.

Методами снижения воздушного шума являются звукоизоляция и поглощение шума, особенно от машинного отделения. На практике используется зашивка комбинированными изоляционными панелями, представляющими собой слой тяжелого материала массой 8–24 кг/м<sup>2</sup> и слой пенистого материала толщиной 25–75 мм с ячеистой структурой поверхности, иногда закрываемый слоем фольги. Такая панель позволяет снизить уровень шума примерно на 25–30 дБ. Помимо этого, часто используются дополнительные звукоизолирующие кожухи на отдельные механизмы, например, генераторы.

Структурный шум (распространяющийся от источников по конструктивным элементам, трубопроводам и т. д.) и вибрации снижают за счет надлежащей установки оборудования на амортизаторах, «плавающих флорах» и др.

Пути распространения шума – поверхности люков, коробка и трубопроводы систем – блокируют, воздухозаборники машинного отделения и выхлопа выводят вне зоны кокпита и т. д.



«Рентген-схема» катамарана «Rabbit RB 34»

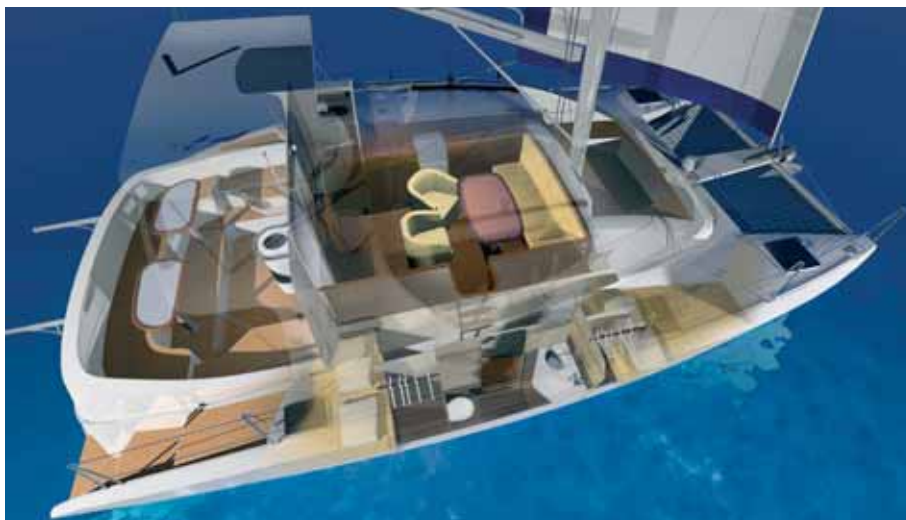


Рис.1. Результаты замеров уровней шума на 72-футовом моторно-парусном катамаране

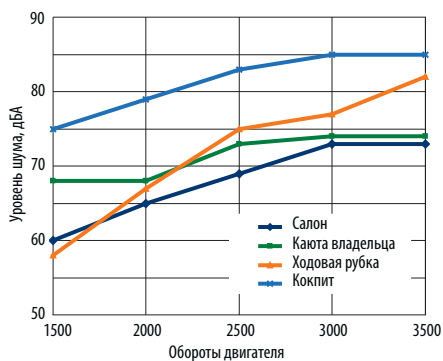


Рис.2. Характеристики качки судна, совмещенные с диаграммой укачивания (MSI). Судно – на якорю (носом против волны, без хода) при волнении 3 балла.

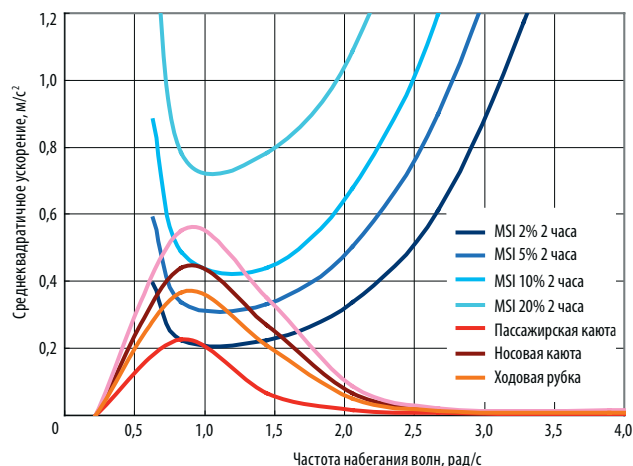


Таблица 1. Типовые уровни шума на судах

| Уровень шума, дБ.А | Ограничения  | Примечания  |
|--------------------|--|---|
| >85–110            | Предотвращение травм органов слуха                 | Требуется защита органов слуха (IMO A.468)  |
| <80                | Возможность речевого общения на близком расстоянии | Возможность разговора (громкого) двух человек, стоящих на расстоянии 0.5 м один от другого с полным пониманием содержания разговора |
| <65                | Предотвращение появления усталости от шума         | Общественные помещения, помещения экипажа (IMO A.468)   |
| <60                | Возможность спать                                  | Спальные помещения (IMO A.468)  |
| 38–48              | Комфортная тишина                                  | Жилые помещения   |
| 18–23              | Тишина   | Возможность слушать классическую музыку   |

При испытаниях судов принято замерять уровень шума в помещениях (на палубах) в зависимости от частоты вращения двигателей (рис. 1). Тщательные мероприятия по снижению шума – показатель культуры яхтостроения, особенно когда речь идет о яхтах класса «люкс». В любом случае хороший тест при покупке судна – запустить генератор или, скажем, систему кондиционирования и оценить, как при этом изменится шумовой фон в салоне и каютах.

**Микроклимат** на судне обеспечивают системы вентиляции, кондиционирования и отопления, а также за счет теплоизоляции и других конструктивных мероприятий.

Обычно системы кондиционирования устанавливают только в помещениях, в которых предусмотрено достаточно длительное (более 20 мин.) нахождение людей. Современные яхтенные системы могут очищать воздух и контролировать его влажность, а также обогревать помещения. Заметим, что система отопления, основанная на реверсивной работе кондиционера, имеет свои ограничения и привязана к температуре забортной воды. Такие системы теряют эффективность при температурах забортной воды ниже 10°C, а при температурах ниже 5°C вообще неработоспособны. Если предполагается использовать судно в холодное время года, имеет смысл предусматривать отдельное отопительное оборудование.

Мощность кондиционеров выбирают по характеристике BTU (британская теп-



Пример дизайна моторной яхты «SB64 Asian Gem»

Таблица 2. Требования различных КО к уровню шума (дБ.А) на яхтах\*

| КО  | Салон      |         | Каюты пассажиров |         | Открытые палубы |         |
|---|------------|---------|------------------|---------|-----------------|---------|
|   | На стоянке | На ходу | На стоянке       | На ходу | На стоянке      | На ходу |
| <b>Водоизмещающие суда</b>                    |            |         |                  |         |                 |         |
| DNV   | 40 (55)    | 53 (62) | 35 (45)          | 44 (55) | 50 (60)         | 75 (85) |
| RINA  | 40 (50)    | 55 (65) | 40 (50)          | 50 (60) | 40 (50)         | 65 (75) |
| Lloyds  | 50 (55)    | 55 (60) | 45 (50)          | 50 (55) | 55 (60)         | 60 (65) |
| ABS   | –          | 55**    | –                | 45**    | –               | 65**    |
| <b>Суда переходного режима и глиссирующие</b> |            |         |                  |         |                 |         |
| DNV (L < 50 м)                                | 40 (55)    | 65 (75) | 35 (45)          | –       | 50 (60)         | –       |
| DNV (L > 50 м)                                | 40 (55)    | 60 (68) | 35 (45)          | –       | 50 (60)         | –       |
| RINA  | 45 (55)    | 60 (70) | 45 (55)          | –       | 55 (65)         | –       |
| Lloyds  | 55 (65)    | 60 (70) | –                | –       | –               | –       |
| ABS*  | –          | 55      | –                | 45      | –               | 65      |

Для ходовой рубки на ходу требуется: по DNV – 60(65) дБ.А; по ABS – 55 дБ.А

\* Указаны комфортные значения уровня шума, в скобках – допустимые значения;

\*\* Для пассажирских судов. L – длина судна.

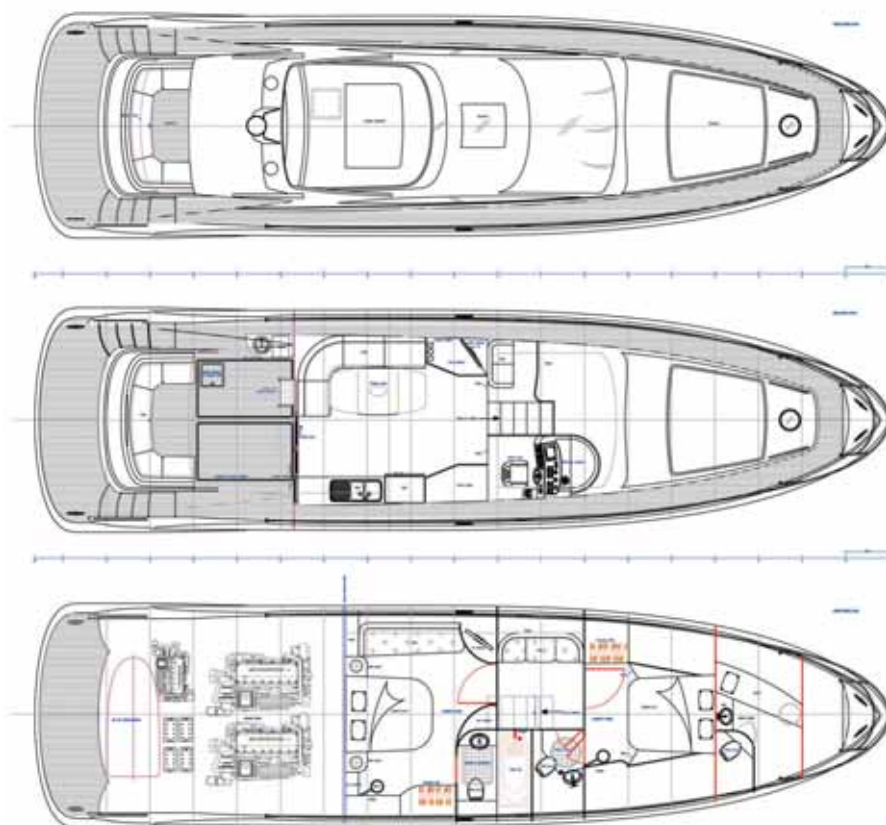
Таблица 3. Уровень проницаемости помещений STC\*

| КО    | Каюта – каюта | Каюта – общественные помещения | Каюта – коридор |
|-------|---------------|--------------------------------|-----------------|
| DNV   | 55 (45)       | 65 (55)                        | 52 (42)         |
| RINA  | 30            | 30                             |                 |
| Lloyd | 45 (40)       | 55 (50)                        |                 |

\* Указаны рекомендуемые комфортные значения, в скобках – допустимые.

Таблица 4. Выбор производительности кондиционеров

| Тип помещения | Помещения нижней палубы | Помещения средней палубы | Верхняя палуба, помещения с большой площадью остекления                       |
|---------------|-------------------------|--------------------------|---|
|               |                         |                          | Потребная производительность, BTU на 1 м <sup>2</sup> площади помещения в час |
| Умеренный     | 650                     | 1000                     | 1300  |
| Тропический   | 1000                    | 1300                     | 1600  |



Планировка палубы и подпалубных помещений скоростной комфортабельной 64-футовой яхты «SB 64 Asian Gem»

ловая единица) с учетом климатического пояса, объема (на практике – площади) помещения, теплоизоляции и степени остекления помещения, а также наличия людей и источников тепла в нем.

**Уровень «приватности» на яхтах.** На малом судне люди находятся в

довольно тесном пространстве, и возможность уединения становится весьма актуальной. Мерой «приватности» является уменьшение уровня звука между смежными помещениями (с учетом фонового шума), выражаемого классом звукопроницаемости (STC) и показы-

вающего, на сколько децибел снижается шум. Так, для того чтобы разговор не был слышен третьими лицами в соседнем помещении, необходимо обеспечить STC = 35–40, а при STC = 50 полностью блокируется даже громкий разговор. Мягкая отделка помещений (зашивка стен, подволока) способствует повышению STC.

Следует уделить внимание правильной циркуляции кондиционированного воздуха в помещениях для обеспечения надлежащего распределения температур. На судне, соответствующем требованиям «комфорт-класса», индивидуальные регуляторы (термостаты) кондиционеров должны быть расположены в каждой каюте и в общественных помещениях (например, салон).

Системы вентиляции на яхте не только обеспечивают необходимые условия пребывания людей (0.3–0.5 м<sup>3</sup> воздуха в минуту на человека), но и способствуют удалению вредных и взрывоопасных паров и газов, неприятных запахов, предотвращают образованию плесени, коррозии и конденсата, охлаждению электрооборудования, снабжают двигатели внутреннего сгорания воздухом и т. д.

На большинстве яхт система вентиляции представлена люками и открывающимися иллюминаторами, а также вентиляционными дефлекторами, на более крупных судах предусматриваются воздухопроводы. В помещениях с источниками запахов (санузлы, кладовые, камбуз, машинное отделение) должны

быть обеспечены естественный приток воздуха и принудительная вытяжка (например, через палубный дефлектор). Это позволяет избежать распространения загрязненного воздуха по судну. Рекомендуется размещать вытяжной дефлектор в носовой части отсека.

**Таблица 5.**  
**Требования к микроклимату судовых помещений (ABS)**

| Параметр                           | Критерии и требования   |
|------------------------------------|---|
| Температура воздуха                | Возможность регулировки температуры в диапазоне 18–26,5°C   |
| Относительная влажность            | Поддержание относительной влажности в диапазоне 30–70%  |
| Вертикальный градиент температур   | Разность температур на высоте 0.1 м и 1.7 м от пола должна составлять 0–3°C   |
| Горизонтальный градиент температур | Разность температур у переборки или борта, примыкающих к койке, и средней температурой в помещении должна составлять 0–10°C |
| Скорость потока воздуха            | Скорость потока воздуха в центре помещения не должна превышать 0.5 м/с  |

**Таблица 6.**  
**Рекомендуемая кратность смены воздуха в судовых помещениях за один час**

| Помещение        | Климат    |         |              | Примечания  |
|------------------|-----------|---------|--------------|---|
|                  | Умеренный | Жаркий  | Очень жаркий |   |
| Салон, каюты     | 8         | 16      | 24           | Для жаркого климата требуются люки и козырьки–воздухозаборники                        |
| Санузлы, душевые | 15        | 25      | 30           | Рекомендуется вытяжной вентилятор, автоматически включаемый при использовании санузла |
| Камбуз           | 30        | 36      | 40           | Над плитой требуется установка вытяжки  |
| МО               |           | 150–250 |              | Зависит от мощности установленного оборудования                                       |
| Трюм, кладовые   |           | 5–10    |              |   |

Еще одна простая рекомендация по вентиляции помещений: в умеренном климате для каждых двух человек в каюте или салоне достаточно одной «стандартной» вентиляционной головки с диаметром рабочей части 100 мм. Для жаркого и очень жаркого климата требуются уже две и три головки соответственно плюс открытые люки. Если судно предполагается большую часть времени держать на стоянке запертым, то вентиляционные головки нужны обязательно – это позволит избежать порчи оборудования, интерьеров (плесень, конденсат) и затхлости воздуха.

**Освещение** на судах бывает естественное и искусственное, последнее, в свою очередь, делится на общее и местное, основное и аварийное. В настоящее время существуют проработанные схемы и нормы освещения салона, кают, санузлов, камбуза, ходовой рубки (табл.7).

**Таблица 7.**  
**Требования к освещенности судовых помещений**

| Помещение   | Освещенность, лк |
|---|------------------|
| Проходы и трапы внутри и снаружи судна                  | 110              |
| Каюты и жилые помещения – общее освещение               | 150              |
| Салон, места приема пищи                                | 300              |
| Местное освещение письменного стола, туалетного столика | 540              |
| Душевые, санузлы – общее освещение                      | 325              |

Освещение салона, например, на большой яхте должно обеспечивать возможность просмотра телевизора, т. е. необходимо предусмотреть затенение люков и иллюминаторов перед экраном во избежание бликов, наличие общего

приглушенного света; источники яркого света за экраном должны отсутствовать. На камбузе должны быть хорошо освещены все рабочие зоны, а многочисленные шкафы и полки не должны создавать неблагоприятных теней. Хорошая практика на малых судах – это подсветка проходов и трапов с учетом их крутизны и конфигурации по сравнению с «береговыми» аналогами. Лучшие яхты снабжаются одновременно несколькими тщательно продуманными системами освещения «на все случаи жизни».

**Качка и вибрация.** Принято различать четыре вида воздействия ускорений на человека [8]:

- укачивание, или «морская болезнь» (MSI – Motion Induced Incidence), которая проявляется в снижении или даже полной потере работоспособности, изменении аппетита, появлении головной боли, тошноты и рвоты и т. д.;
- затрудненность перемещений и функционирования (МИ – Motion Induced Interruptions). Попросту говоря, когда для удержания равновесия вам необходимо за что-то схватиться руками или опереться – это и есть МИ. Индекс МИ показывает, сколько раз в единицу времени человеку приходится отвлекаться на удержание равновесия. Комфортной величиной считается индекс МИ ≤1/мин (т. е. если приходится отвлекаться на удержание равновесия 1 раз в минуту);
- усталость, вызванная ускорениями (MIF – motion induced fatigue);
- общая вибрация тела (WBV – whole body vibrations), которая может вызывать травмы.

Степень воздействия ускорений на организм человека зависит от их частоты и длительности воздействия.

*Низкочастотные ускорения* – это как раз бортовая, килевая и вертикальная качка обычного водоизмещающего судна на ходу или любого судна на стоянке. Эти виды ускорений и вызывают то, что принято называть «укачиванием» – MSI (рис.2). При оценке воздействия качки на человека необходимо различать экипаж, имеющий некоторый уровень привыкания, и неподготовленных гостей и пассажиров. Исследования показывают, что наиболее неблагоприятное влияние на организм человека оказывают качка с периодом 3–10 с. К сожалению, этот диапазон как раз совпадает с характерными периодами качки малых судов.

Запись «MSI 5% 2 часа» означает, что у 5% людей на борту появляются признаки укачивания через два часа воздействия такой качки. Параметры качки в носовой части судна наименее благоприятны.

*Среднечастотные ускорения*, характерные для глиссирующих судов на ходу, вызывают скорее усталость (MIF) и затрудненность функционирования (МИ), чем «укачивание». Этот вид воздействия характерен также для автотранспорта.

*Высокочастотные ускорения* вызывают общую вибрацию (WBV), которая при воздействии на человека приводит к усталости (MIF), в отдельных случаях – к заболеваниям и травмам.

**Таблица 8.**  
**Предельные значения «комфортной качки» (MSI 10%)**

| Длительность воздействия | Вертикальные ускорения, м/с <sup>2</sup> |
|--------------------------|--|
| 30 мин                   | 1.0                                      |
| 2 часа                   | 0.5                                      |
| 8 часов                  | 0.25                                     |

Меры по снижению неблагоприятного воздействия качки делятся на эксплуатационные и конструктивные. Первые зависят от правильности эксплуатации судна – выбор курсов и

скоростей, мест якорной стоянки и т. д., а вторые – от принятия конструктивных мер при проектировании и постройке:

- размещение пассажирских помещений вблизи центра раскачивания, ближе к миделю, так как в носовой части судна амплитуды качки и ускорения наименее благоприятны (см. рис. 2);
- обеспечение благоприятных характеристик качки судна за счет конструктивных факторов – остойчивости, формы корпуса и т. д.;
- демпфирование качки с использованием успокоителей – пассивных (скуловые и брусковые кили, шверты, паруса и т. д.) или активных (цистерны, бортовые управляемые рули, гироскопические стабилизаторы).

Многокорпусные суда, как правило, менее подвержены качке, что дает им определенные преимущества при обеспечении комфорта [4].

На глассирующих судах для снижения MIF применяются специальные амортизирующие кресла, например, фирмы «Ulmann» и ряда других производителей.

**Таблица 9. Требования к вибрации**

| Цель ограничения вибрации                        | На ходу | На стоянке |
|--|---------|------------|
| Предотвращение дискомфорта                       | 7 мм/с  | –          |
| Предотвращение усталости от вибрации (24 часа)   | 5 мм/с  | –          |
| Возможность спать                                | 3 мм/с  | 1 мм/с     |
| Комфортный уровень вибрации (вибрация незаметна) | 1 мм/с  | 0.25 мм/с  |

**Обитаемость** обеспечивается за счет рациональной планировки помещений с учетом функциональных зон экипажа и пассажиров и эргономических решений – определения комфортных размеров коек, диванов и другой мебели.

**Таблица 10. Рекомендуемые размеры мебели на яхтах и катерах**

| Элемент                             | Размеры и комментарии  |
|-------------------------------------|--|
| Койка морская (минимальные размеры) | Длина – 1900 мм; ширина в районе плеч и таза – 550 мм; ширина в ногах – 350 мм; в голове – 420 мм; пространство над койкой – 600 мм (от поверхности матраса), в ногах можно уменьшить до 450 мм. Если койка используется в качестве сиденья, пространство над ней должно составлять не менее 850 мм* |
| Койка двухспальная                  | Здесь рекомендуется привязываться к стандартным размерам матрасов, имеющихся в продаже: «double» 1980x1370 мм, «queen» 2030x1520 мм, «king» 2030x1980 мм, «extra large» 2130x1980 мм   |
| Диваны и сиденья                    | Высота от палубы 400–460 мм, глубина 400–460 мм (до 500 мм для диванов), высота спинки 380–460 мм.   |
| Стол                                | Стол, за которым могут разместиться 4 человека: 980x750 мм. Стол для 5 человек (один сидит с торца): 1220x850 мм. Высота стола – 740 мм (обеденный) и 460 мм (журнальный)  |
| Штурманский стол                    | 800x1300 мм для карты, 800x650 мм для карты сложенной вдвое (может быть использован на судах менее 10 м длиной)  |

\* Многие правила предъявляют несколько иные требования к размерам мебели на гоночных яхтах.

Например, на судах с наемной командой важным является разделение функциональных зон экипажа и пассажиров. Решая подобную задачу, следует представить пути перемещения людей – как все это будет «работать» в реальности. В практике проектирования принято разрабатывать схемы перемещения людей для разных случаев.

В настоящее время многие модели круизных яхт выпускаются в модификациях:

- «хозяйская» (owner), для которой характерно наличие одной-двух кают повышенной комфортабельности, в то время как остальные помещения ниже классом;
- «чартерная» (charter) с большим числом отдельных кают одного уровня комфортности. Сами каюты, как правило, небольшие, а санузлы могут быть совмещенными. Отделка и оборудование здесь обычно проще, чем в «хозяйской» версии.

Решение вопросов планировки помещений и общего расположения требует опыта, пространственного мышления, умения анализировать назначение и функционирование отдельных элементов и вообще сродни искусству. Профессиональный яхтенный дизайнер сделает это лучше, чем будущий судовладелец или экипаж, главное – обрисовать ему задачу. Рассмотрим несколько проектов (см. рис. стр. 98, 99), разработанных дизайн-офисом «Albatross Marine Design».

Судно прибрежного плавания «Rabbit RB 34» в Сиамском заливе предназначено для комфортабельного дневного чартера или чартера с ночевкой компании из шести–восьми человек (плюс штатный экипаж – два человека). Длина – 10.4 м, ширина – 5.9 м, двигатели 2x30 л.с., парусность (грот/генуя) – 28/23 м<sup>2</sup>.

Планировка палубы включает носовой и кормовой кокпиты, пологий спуск к платформам для купания. Экипаж располагается в районе поднятого поста управления и камбуза, не пересекая функциональные зоны пассажиров, но держа их в поле зрения. В помещениях судна размещены салон, четыре каюты с двухспальными койками и шкафы, два санузла с туалетами и душами.

Во главу угла при проектировании этого небольшого 34-футового катамарана были поставлены экономичность постройки, эффективное использование пространства, удобство пребывания непривычных к морским условиям людей и безопасность, а также возможность уединения – это достигается созданием нескольких зон и уровней палубы.

Судно «SB64 Asian Gem» предназначено для использования частным владельцем в тропическом климате с наемным экипажем из одного-двух человек. Длина – 19.6 м, ширина – 5.0 м, двигатели 2x1100 л.с., скорость – до 34 уз. Интерьер судна – салон с камбузом-баром, внутренний пост управления, каюта владельца с гардеробом, индивидуальным санузлом с ванной, гостевая каюта, санузел. Каюта экипажа размещается в носовой части судна и имеет отдельный вход с палубы. Палуба судна – кокпит, накрытый тентом от тропического солнца, внешний камбуз и место для барбекю, носовая палуба для загорания, элегантный флайбридж с внешним постом управления, просторная платформа для купания и отсек для хранения гидроцикла.

## Заключение

Комфорт на борту судна важен не только для судовладельца, но, что не менее важно, и для его гостей. Задача яхтенного дизайнера – это не только создание привлекательного внешнего вида и интерьера, но и обеспечение комфорта и удобства на судне при соблюдении требований безопасности.

## Литература

1. Guide for passenger comfort on ships. – ABS, 2001.
2. Hix L. Interior design methods for yacht design and boat building industry. Westlawn Institute of Marine Technologies, 2001.
3. Leivadou M. Seakeeping of motoryachts and passenger discomfort. MARIN, 2003
4. Luth H. R. Comparison of comfort and workability on board a trimaran and a monohull yacht. MARIN, 2000.
5. Nazarov A. Comfort class – measurable comfort factors on yachts // S.E.A. Yachting, 2006, Vol. 1, 3, p. 28–29.
6. Nicolson I. The boat data book. Sheridan House, inc. 5th Edition, 2004.
7. Nissen M., Domizlaff S. Luxury Yachts. – London, Adlard Coles Nautical, 2000.
8. Schleicher D., Bowles J. Seakeeping prediction for a 100-knot yacht//High performance Marine Vessels (HPMV) Conference 2005. Proceedings. Shanghai, China, April 9–10, 2005, p. E3. 1–24.
9. Smullin J. Noise and vibration specification for large yachts// Noise and vibration engineering, p. 1–14.
10. Назаров А. Факторы комфортности яхт // Фарватер, 2005. – № 5 (12). – С. 90–94; 2006. – № 1 (14). – С. 42–44.