**Надёжность программного обеспечения**

Лабораторная работа № 3

Оценка качества программного продукта с помощью внешних метрик (2 часа)

1. Краткие сведения из теории

1.1. Назначение и состав метрик

1.1.1. *Назначение внешних метрик* Согласно **ISO/IEC 9126-1** (стандарт ISO 9126-1: 1995. Информационная технология, Качество программных средств, далее – стандарт) метрика – это масштаб измерения качества и метод, используемый для измерения качества программного обеспечения (ПО) или программного продукта (ПП). Метрика включает методы для распределения по категориям данных, выраженных в качественной форме. Метрика может быть внутренней или внешней. Метрики качества ПО делятся на внутренние и внешние. Внутренние метрики используются во время разработки ПО для предсказания того, удовлетворяет ли ПО заявленным требованиям к качеству. Они характеризуют так называемое внутреннее качество ПО (качество на стадии разработки). Внешние метрики должны измерять свойства, связанные с поведением ПО во время тестирования, чтобы показать степень надёжности (качества) ПО в процессе эксплуатации. Они характеризуют внешнее качество ПО (качество после тестирования, т. е. на стадии эксплуатации).

*1.1.2. Численный расчёт (оценка) метрик.* Метрики распределяются по категориям характеристик и подхарактеристик из ISO/IEC 9126-1. Каждая подхарактеристика оценивает свой *i* – единичный показатель качества ПО *Хi* .Оценка внутренних и внешних метрик качества ПО строится на базе одних и тех же взаимосвязанных между собой формулах для большинства разных метрик. Эти формулы имеют вид:

Х = А/В (1)

Х = 1 – А/В (2)

При этом в (1), (2) полагается, что оценка Х=1 соответствует максимальному качеству (надёжности), а Х=0 – минимальному, а А и В – это численные значения некоторых количественно оцениваемых единичных подхарактеристик ПО. Будем именовать метрики, оцениваемые по формулам (1), (2) с величиной, которая лежит в пределах от 0 до 1, **нормализованными**.

Однако в стандарте встречаются метрики, оцениваемые по формулам, отличным от (1), (2). **Пример 1** такой метрики из ISO/IEC 9126-2R: метрика «Оборотное время (Turnaround time)» из состава метрик временной эффективности, п. «c», табл. 8.4.1 (ненормализованная метрика 1). Эта метрика рассчитывается по формуле

T = время между завершением получения выходных результатов пользователем и завершением пользовательского запроса (3)

пользователем и завершением пользовательского запроса (причём интерпретация измеренного значения 0 < T, чем меньше, тем лучше). Как следует из (3), величина T необязательно лежит в пределах от 0 до 1, она зависит от единицы измерения времени. Например, при T = 5 мсек время выходит за пределы от 0 до 1, но при T = 5 мсек = 0,005 сек

попадает в эти пределы.

**Другой пример (пример 2):** метрика «Ошибки, связанные с вводом-выводом (I/O related errors)» из состава метрик ресурсоемкости, п. «а», использование ресурсов устройств ввода/вывода, табл. 8.4.2 ISO/IEC 9126-2R (ненормализованная метрика 2). Эта метрика рассчитывается по формуле

X = A / T, (4)

где:

A – количество предупреждающих сообщений или системных отказов,

T – время работы пользователя в процессе наблюдения за пользователем (причём интерпретация измеренного значения X ≥ 0, чем меньше, тем лучше). Как следует из (4), величина X необязательно лежит в пределах от 0 до 1, она также зависит от единицы измерения времени. Например, при числе ошибок А = 2 и времени T = 5 мсек значение X = 0,4 попадает в пределы от 0 до 1, но при T = 0,005 сек выходит за эти пределы (X = 400). Будем именовать метрики, оцениваемые по формулам (3), (4) с величиной, которая не лежит в пределах от 0 до 1, **ненормализованными**.

В целом стандарт ISO 9126-1: 1995 не предполагает явного объединения отдельных метрик (единичных подхарактеристик ПО) в совокупный общий интегральный показатель качества ПО. Однако такое объединение определяется действующим ГОСТ 15467-79.

Общий интегральный показатель качества ПО *ХПО* согласно ГОСТ 15467-79 «Управление качеством продукции. Термины и определения» записывается как средневзвешенное значение единичных показателей *Хi*, т. е.

 , (5)

где *аi* – весовой коэффициент при *i*-ом единичном показателе качества, определяемый методом экспертных оценок, опытом работы или социологическим опросом потребителей, *N* – количество метрик (единичных показателей). Если совокупность единичных показателей *Хi* представить в виде *n* – мерного вектора , а совокупность весовых коэффициентов *аi* – в виде *n* – мерного вектора , то формулу (5) несложно переписать в виде скалярного произведения векторов  и , т.е.

, (6)

где «\*» в (6) – знак скалярного произведения 2-х векторов. Координаты вектора  могут быть равнозначны, т. е.

, (7)

причём

 (8),

или неравнозначны.

При использовании формул (5), (6) следует помнить, что для того, чтобы оценка совокупного (интегрального) показателя качества ПП Х находилась в пределах от 0 до 1 (т. е. по аналогии с (1) и (2) Х=1 соответствовала максимальному качеству (надёжности) ПП, а Х=0 – минимальному), подставляемые в формулы (5), (6) оценки единичных показателей качества должны быть нормализованными. В противном случае совокупный показатель может быть больше 1. **Пример 3**: пусть для вышеописанной метрики «Оборотное время (Turnaround time)», определённое по формуле (3) среднее время T между завершением получения выходных результатов пользователем и завершением пользовательского запроса равно 5 мксек, а вес этой метрики 0,7. Для вышеописанной метрики «Ошибки, связанные с вводом-выводом (I/O related errors)» определённое по формуле (4) отношение А/Т (число предупреждающих сообщений или системных отказов в единицу времени, причём A – количество предупреждающих сообщений или системных отказов, T – время работы пользователя в процессе наблюдения) равно 2 сообщения/сутки, а вес этой метрики 0,3. Тогда совокупный показатель качества ПП, оцределяемый двумя этими метриками, по формуле (5) равен

5\*0,7+2\*0,3=4,1, (9)

т. е. больше 1, чего не должно быть.

*1.1.3 Приведение ненормализованных метрик к нормализованной форме*. Чтобы совокупный показатель качества ПП с учётом единичных ненормализованных метрик не превышал 1, ненормализованные метрики необходимо привести к нормализованной форме. Для этого необходимо внимательно изучить либо фрагмент ISO/IEC 9126-2R, относящийся к рассматриваемой ненормализованной метрике, либо требования к ПП, согласованные с заказчиком (требованиями заказчика), либо то и другое одновременно.

Например, изучаемый фрагмент ISO/IEC 9126-2R, относящийся к ненормализованной метрике 1 «Оборотное время (Turnaround time)», имеет вид:

столбец 2 ISO/IEC 9126-2R «Цель метрики» – «Каково время ожидания после выдачи пользователем команды начать выполнение группы связанных задач и завершения их выполнения?»;

столбец 3 ISO/IEC 9126-2R «Метод применения» – «Произведите проверку тестовых испытаний. Начните выполнение задачи, предназначенной для обработки. Измерьте время, затрачиваемое обрабатываемой задачей на то, чтобы завершить свою работу»; здесь также необходимо изучить примечание к рассматриваемой ненормализованной метрике, которое рекомендует: «Рекомендуется принять во внимание ширину полосы времени (time bandwidth), а также применить статистический анализ с использованием показателей для большого числа задач (делать отдельные снимки мгновенного состояния системы (sample shots)), а не только для одной задачи»;

столбец 5 ISO/IEC 9126-2R «Интерпретация измеренного значения» – «0 < T. Чем меньше, тем лучше».

Пусть, как и в п. 1.1.2 (пример 3), среднее время T между завершением получения выходных результатов пользователем и завершением пользовательского запроса равно 5 мксек. Из столбца 5 следует, что чем меньше Т, тем лучше (и это логично). Кроме того, из вышеприведенного примечания к столбцу 3 следует, что для оборотного времени Т существует ширина полосы времени (time bandwidth). Нижняя граница этой полосы определяется требованиями заказчика к ПП. Предположим, что эта нижняя граница равна 3 мксек. Верхняя граница этой полосы – это максимальное время T между завершением получения выходных результатов пользователем и завершением пользовательского запроса, полученное применением статистического анализа с использованием показателей для большого числа задач (выполнения отдельных снимков мгновенного состояния системы (sample shots)), а не только для одной задачи. Предположим, что эта верхняя граница равна 6 мксек, т е полоса времени 3–6 мксек.

Если использовать к измеренному значению Т формулу (1) и взять отношение измеренного Т = 5 мксек к нижней границе Т = 3 мксек, то величина метрики после нормализации её шириной полосы времени станет больше 1, чего не должно быть. Поэтому используем к измеренному значению Т формулу (2) и возьмём отношение измеренного Т = 5 мксек к верхней границе Т = 6 мксек (с учётом интерпретации измеренного значения из столбца 5 ISO/IEC 9126-2R – «0 < T. Чем меньше, тем лучше». Получим нормализованное значение метрики 1:

1 – 5/6 = 1–0,867 = 0,133. (10)

Найденное нормализованное значение удовлетворяет условию «Чем меньше, тем лучше»: при Т = 4 мксек значение метрики

1 – 4/6 = 1–0,667 = 0,333, (11)

при Т = 6 мксек

1 – 6/6 = 1–1 = 0, (12)

т. е. возрастает. Но при Т = 3 мксек значение метрики

1 – 3/6 = 1–0,500 = 0,500, (13)

а по ISO/IEC 9126-2R должно быть равно 1.

Поэтому применим к этой метрике модифицированную формулу (2) в виде (14)

Х = 1 – Аотн / Визм. (14)

где при обозначениях

Аабс – фактическое абсолютное значение метрики 1 «Оборотное время (Turnaround time)»,

Вмин – минимальное значение полосы времени для метрики 1 «Оборотное время»,

Вмакс – максимальное значение полосы времени для метрики 1 «Оборотное время»,

Аотн – относительное к ширине полосы времени значение метрики 1 «Оборотное время,

Визм – ширинаполосы времени для метрики 1 «Оборотное время»

Визм = Вмакс – Вмин (15)

Аотн = Аабс – Визм (16)

Подставив (16) а (14), получим (дальнейшие рассуждения справедливы только при Аабс≥ Визм, при несоблюдении этого условия обращайтесь к лектору)

:

Х = 1 – (Аабс – Визм) / Визм= 1 – Аабс / Визм + 1 = 2 – Аабс / Визм. (17)

В этом случае расчёты (10) – (13) с учётом (14–17) примут вид: при Т = 5 мксек

1 – (5–3) / (6 – 3) = 1 – 0,667 = 2 – 2/3 = 0,233, (18)

при Т = 4 мксек

1 – (4–3) / (6 – 3) = 2 – 4/3 = 0,667, (19)

при Т = 6 мксек

1 – (6–3) / (6 – 3) = 1 – 1 = 0, (20)

при Т = 3 мксек

1 – (3–3) / (6 – 3) = 1 – 0= 1,000, (21)

т. е. нормализованное значение метрики 1 полностью соответствует требованиям ISO/IEC 9126-2R.

Фрагмент ISO/IEC 9126-2R, относящийся к ненормализованной метрике 2 «Ошибки, связанные с вводом-выводом (I/O related errors)», имеет вид:

столбец 2 ISO/IEC 9126-2R «Цель метрики» – «Как часто пользователь сталкивается с проблемами при операциях, связанных с устройствами в/в?»;

столбец 3 ISO/IEC 9126-2R «Метод применения» – «Произведите проверку тестовых испытаний. Смоделируйте условие, при котором система достигает ситуации наибольшей загрузки устройств в/в. Запустите приложение и зарегистрируйте количество ошибок, вызванных отказом в/в, и предупреждений»;

столбец 5 ISO/IEC 9126-2R «Интерпретация измеренного значения» – «0 <= X Чем меньше, тем лучше».

Пусть, как и в п. 1.1.2 (пример 3), определённое по формуле (4) отношение А/Т (число предупреждающих сообщений или системных отказов в единицу времени, причём A – количество предупреждающих сообщений или системных отказов, T – время работы пользователя в процессе наблюдения) равно 2 сообщения/сутки. Пусть также предельное число предупреждающих сообщений или системных отказов в единицу времени, заложенное в требованиях заказчика к ПП, равно 3 сообщения/сутки. Из столбца 5 следует, что чем меньше Х, тем лучше (и это логично). Следовательно, для оценки нормализованной метрики 2 целесообразно применить формулу (2) (отметьте, что формула, записанная в столбце 4 фрагмента ISO/IEC 9126-2R, относящегося к метрике 2, повторяет формулу (1), а не формулу (2); это справедливо, потому что формула, записанная в столбце 4, относится к НЕНОРМАЛИЗОВАННОЙ метрике). В результате получаем значение нормализованной метрики: при А/Т = 2 сообщения/сутки –

1 – 2/3 = 1–0,667 = 0,333, (22)

при А/Т = 3 сообщения/сутки –

1 – 3/3 = 1–1 = 0, (23)

при А/Т = 1 сообщение/сутки –

1 – 1/3 = 1–0,333 = 0,667, (24)

при А/Т = 1 сообщение/сутки (сообщения за период времени наблюдений отсутствуют) –

1 – 0/3 = 1–0 = 1. (25)

Поскольку по ISO/IEC 9126-2R интерпретация измеренного значения» – «0 <= X Чем меньше, тем лучше», и по расчётам (21) – (24) чем меньше сообщений за период времени наблюдений, то расчёты (16) – (19) подтверждают факт, что нормализованное значение метрики 2 полностью соответствует требованиям ISO/IEC 9126-2R.

*1.1.4. Состав внешних метрик приведен в* **ISO/IEC 9126-2R** (выдаётся как приложение к лабораторной работе).

1.2. Пример оценки качества ПП

1.2.1 Задание. Пусть требуется оценить с точностью до 3-х знаков после запятой качество программного продукта (ПП) «Клиент-серверное приложение», предназначенного для обмена данными между пользователями и включающего 3 компонента: «Проверка регистрации пользователя», «Проверка авторизации пользователя» и «Рассылка сообщений». Текст ПП приведен ниже:

*Текст компонента «Проверка регистрации пользователя»:*

*Клиент:*

private void registryBtn\_Click(object sender, EventArgs e)

{

\_communicator.SendRequest(new RegisterRequest

{

Login = rLoginTb.Text,

Password = rPasswordTb.Text

});

}

*Сервер:*

private static BaseResponse Register(RegisterRequest register, ServerListener<BaseRequest, BaseResponse> communicator, Client client)

{

if (\_users.ContainsKey(register.Login))

{

return new RegisterResponse { Error = "UserExists" };

}

\_users.Add(register.Login, new User

{

Name = register.Login,

Password = register.Password,

});

Login(new LoginRequest { Login = register.Login, Password = register.Password }, communicator, client);

return new BaseResponse();

}

*Текст компонента «Проверка авторизации пользователя»:*

*Клиент:*

private void loginBtn\_Click(object sender, EventArgs e)

{

\_communicator.SendRequest(new LoginRequest

{

Login = loginTb.Text,

Password = passwordTb.Text

});

}

*Сервер:*

private static BaseResponse Login(LoginRequest login, ServerListener<BaseRequest, BaseResponse> communicator, Client client)

{

if (\_users.ContainsKey(login.Login) && string.Equals(\_users[login.Login].Password, login.Password))

{

var user = \_users[login.Login];

user.Connection = client;

communicator.Write(client.TcpClient, new LoginResponse {Login = login.Login});

foreach (var u in \_users.Where(x => x.Value.Connection.TcpClient.Connected && !string.Equals(x.Key, login.Login)))

{

communicator.Write(u.Value.Connection.TcpClient, GetUsers());

}

return new BaseResponse();

}

return new LoginResponse { Error = "User not found" };

}

*Текст компонента «Рассылка сообщений»:*

*Клиент:*

private void sendBtn\_Click(object sender, EventArgs e)

{

if (usersList.SelectedIndex < 0)

return;

\_clientListener.SendRequest(new SendMessageRequest { Message = new Message { Sender = \_user, Text = messageTb.Text, Receiver = usersList.SelectedItem.ToString() } });

}

*Сервер:*

private static SendMessageResponse SendMessage(SendMessageRequest request, ServerListener<BaseRequest, BaseResponse> communicator)

{

if (\_users.ContainsKey(request.Message.Receiver))

{

var user = \_users[request.Message.Receiver];

if (user.Connection.TcpClient.Connected)

{

request.Message.Time = DateTime.Now;

communicator.Write(user.Connection.TcpClient, new ReceiveMessageResponse { Msg = request.Message });

\_users[request.Message.Sender].Messages.Add(request.Message);

return new SendMessageResponse { Time = DateTime.Now };

}

}

return new SendMessageResponse { Error = "User not found" };

}

На рис. 1 показана главная форма ПП.

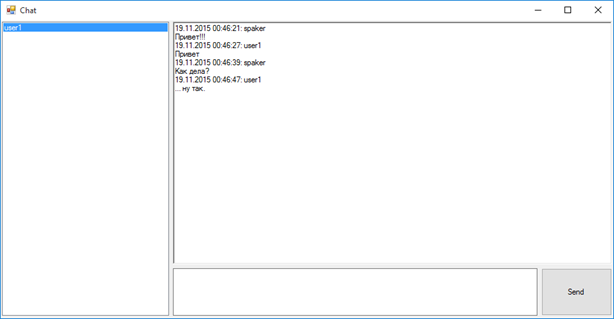


Рисунок 1 – Вид главной формы ПП «Клиент-серверное приложение»

1.2.2 Пусть для оценки совокупного показателя качества ПП «Клиент-серверное приложение» были выбраны 3 единичных показателя: метрики «Оборотное время (Turnaround time)» (метрика 1, см. п. 1.1.2), «Ошибки, связанные с вводом-выводом (I/O related errors)» (метрика 2) (см. п. 1.1.2) и метрика «Коэффициент аварийных отказов (Breakdown avoidance)» из состава метрик устойчивости к ошибке, табл. 8.4.2 ISO/IEC 9126-2R (метрика 3). Весовые коэффициенты метрик в совокупном показателе качества ПП равнозначны, т. е. равны согласно формуле (7) с точностью до 3-х знаков после запятой (см. п. 1.2.1)

*а1* = *а1* = *а1* = 1/3 = 0,333. (3 – это (число метрик).

Вектор весовых коэффициентов равен

 = [0,333; 0,333; 0,333].

1.2.3 Оценим величину метрики 3 «Коэффициент аварийных отказов (Breakdown avoidance)» как единичного показателя качества (это наиболее простая для оценки метрика, поскольку она нормализована, см. п. 1.1.2). Логика рассуждений при выборе исходных данных для оценки:

а) из столбца «Источники входных данных для измерения» стандарта ISO/IEC 9126-2R выбираем стадию жизненного цикла ПП, на котором будем проводить оценку (тестирование или эксплуатация);

б) анализируем «Отчет о тестировании» ПП, если продукт ещё разрабатывается, и «Отчет об эксплуатации» ПП, если продукт уже эксплуатируется (считаем, что эти отчёты у нас имеются);

в) по выбранному отчёту находим: B1 = количество отказов ПП при эксплуатации (багов при тестировании) = 23; A1 = количество аварийных отказов при эксплуатации (аварийных багов при тестировании) = 10 (аварийный отказ означает незавершение выполнения всех задач пользователя до перезагрузки системы или потерю контроля над системой вплоть до принудительного выхода из нее, это пояснение берём из примечания к метрике в стандарте).

г) анализируем столбец «Измерение, формула и расчет элементов данных» и столбец «Интерпретация измеренного значения» стандарта ISO/IEC 9126-2R; из анализа следует, что чем меньше аварийных отказов, тем лучше. Следовательно, расчёт значения метрики Х1 надо вести по формуле (2) (с точностью до 3-х знаков после запятой, поскольку весовые коэффициенты подсчитаны с этой же точностью, а также эта точность указана в п. 1.2.1):

Х1 = 1 – А1/В1 = 1 – 10/23 = 1 –0,435 =0,565

Итак, цель метрики: оценить, как часто программная продукция вызывает аварийный отказ всей программной среды? Метод (методология) оценки (применения) метрики: «Подсчитайте количество случаев аварийного отказа (breakdown occurrence) по отношению к количеству отказов (failure). Если это происходит во время эксплуатации, проанализируйте протокол, содержащий предысторию работы пользователя» (см. стандарт). Интерпретация измеренного значения: Полученная оценка Х1 = 0,565 предоставляет собой точку в диапазоне предпочтительных величин (0 <= X1, чем ближе к 1, тем лучше).

1.2.4 Оценим величину метрики 1 «Оборотное время (Turnaround time)» (см. пп. 1.1.2, 1.2.2) как единичного показателя качества. Для этого:

а) из столбца «Источники входных данных для измерения» стандарта ISO/IEC 9126-2R выбираем стадию жизненного цикла ПП, на котором будем проводить оценку (системная/программная компоновка или квалификационные испытания или эксплуатация или сопровождение);

б) проанализируем «Отчет о проведении испытаний» ПП, если продукт ещё разрабатывается, и «Отчет об эксплуатации, показывающий истекшее время» ПП, если продукт уже эксплуатируется (считаем, что эти отчёты у нас имеются);

в) по выбранному отчёту находим: Т = 5 мксек = Аабс (фактическое оборотное время, абсолютное значение метрики 1).

г) из анализа требований заказчика к данной характеристике находим, что минимальное значение полосы времени для метрики 1 Вмин = 3 мксек (заказчику хотелось бы меньше, но разработчик согласовал именно эту величину), максимальное значение Вмакс = 6 мксек.

В этом случае ширина полосы времени для метрики 1 по формуле (15) составляет Визм = Вмакс – Вмин = 3 мксек, относительное к ширине полосы времени значение метрики 1 по формуле (16) составляет Аотн= Аабс – Визм = 2 мксек, а искомое нормализованное значение метрики 1 по формуле (17) равно 0,233 (см. расчёт (18)).

1.2.5 Оценим нормализованную величину метрики 2 «Ошибки, связанные с вводом-выводом (I/O related errors)» (см. пп. 1.1.2, 1.2.2) как единичного показателя качества. Логика рассуждений при выборе исходных данных для оценки та же, что и в п. 1.1.3 для метрики 1 . В соответствии с (22) получим: при А/Т = 2 сообщения/сутки –

1 – 2/3 = 1–0,667 = 0,333,

1.2.6 На основе полученных оценок метрик интегральный показатель качества несложно переписать в виде скалярного произведения векторов  и , где вектора

 = [0,333; 0,333; 0,333],  = [0.565, 0.266, 0.333]. (26)

Тогда интегральный показатель качества в соответствии с (6)

 = [0.333, 0.333. 0.333]\*[0.565, 0.266, 0.333] = 0,388 (27)

1.2.7 Пусть требуется повторить расчёт по п. 1.2.6 для случая, когда весовые коэффициенты при отдельных метриках как единичных показателях качества –неравнозначные. Пусть определённый любым из вышеописанных способов (методом экспертных оценок, опытом работы или социологическим опросом потребителей) вектор  весового коэффициента будет иметь вид:

 = [0.200, 0.350, 0.450]. (28)

Тогда интегральный показатель качества

 = [0.200, 0.350, 0.450]\*[ 0.565, 0.266, 0.333] = 0,356. (29)

2 Практическая часть (порядок выполнения лабораторной работы)

2.1 Изучите описание лабораторной работы, стандарт ISO/IEC 9126-2 и пример п. 1.2.

2.2 Вспомните о любой написанной Вами когда-либо программе или её фрагменте (далее – Ваша программа). Запишите программу с комментариями (если программа непонятна без них), скриншотами и кратким описанием (что она делает). Для заданного варианта Вашей программы оцените качество её по тем метрикам, которые указаны в Вашем варианте (задавая равнозначные коэффициенты при отдельных метриках как единичных показателях качества).

2.3 Для заданного варианта оцените качество программы, задавая неравнозначные коэффициенты при отдельных метриках как единичных показателях качества. Шкалу весовых коэффициентов для заданного варианта разработайте самостоятельно.

2.4 Сделайте вывод о том, как необходимо изменить параметры А и В каждой метрики для достижения заданного уровня интегрального показателя качества.

3 Содержание отчёта.

3.1 Название курса, название и номер лабораторной работы, ф. и. о. и номер группы студента, дату выполнения работы, текст своего варианта. Варианты заданий:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Ва-ри-  ант |  | Число метрик и номера | Стр. в ISO/IEC9126-2 | Примечание |
| 1 | Таблица 8.4.1 Метрики временной эффективности: a) Время отклика | 3, №№ 46, 47, 48 | 62 |  |
| 2 | Таблица 8.4.1 Метрики временной эффективности: b) Производительность | 3, №№ 49, 50, 51 | 64 |  |
| 3 | Таблица 8.4.1 Метрики временной эффективности: c) Оборотное время | 3, №№ 53, 54, 55 | 66 | метрика «Оборотное время (Turnaround time)» в вариант 3  не включается |
| 4 | Таблица 8.4.2 Метрики ресурсоемкости: a) Использование ресурсов устройств ввода/вывода (в/в) | 4, №№ 56, 57, 59, 60 | 69 | метрика «Ошибки, связанные с вводом-выводом (I/O related errors)» в вариант 4  не включается |
| 5 | Таблица 8.4.2 Метрики ресурсоемкости: b) Использование ресурсов памяти | 3, №№ 61, 62, 63 | 72 |  |
| 6 | 8.4.2 Метрики ресурсоемкости: c) Использование ресурсов средств передачи данных из состава метрик ресурсоемкости, п. «а», использование ресурсов устройств ввода/вывода, табл. 8.4.2 | 3, №№ 64, 65, 66 | 74 |  |
| 7 | 8.4.2 Метрики ресурсоемкости: c) Использование ресурсов средств передачи данных (продолжение) 8.4.3 Метрики согласованности в эффективности | 3, №№ 67, 68, 69 | 77 |  |
| 8 | 8.5.1 Метрики анализируемости | 5, №№ 70, 71, 72, 73, 74 | 79 |  |
| 9 | 8.5.2 Метрики изменяемости | 4, №№ 75, 76, 77, 78 | 82 |  |
| 10 | 8.5.2 Метрики изменяемости  8.5.3 Метрики стабильности | 3, №№ 79, 80, 81 | 84 |  |
| 11 | 8.5.4 Метрики тестируемости  8.5.5 Метрики согласованности в сопровождаемости | 4, №№ 82, 83, 84, 85 | 86 |  |
| 12 | 8.6.1 Метрики адаптируемости | 4, №№ 86, 87, 88, 89 | 91 |  |
| 13 | 8.6.1 Метрики адаптируемости  8.6.2 Метрики простоты установки | 3, №№ 90, 91, 92 | 93 |  |
| 14 | 8.6.3 Метрики сосуществования  8.6.4 Метрики взаимозаменяемости  8.6.5 Метрика согласованности в мобильности | 5, №№ 92, 93, 94, 95, 96 | 96 |  |
| 15 | 8.3.1 Метрики понятности (полнота описания, доступ-ность наглядных демонстраций (НД), доступность НД при применении, эффективность НД) | 4, №№ 33, 34, 35, 36 | 43 |  |
| 16 | 8.3.1 Метрики понятности (очевидность функций, понятность функций, понятность ввода и вывода) | 3, №№ 37, 38, 39 | 45 |  |
| 17 | 8.3.2 Метрики обучаемости (простота в обучении функциям, простота в обучении выполнению задачи в процессе эксплуатации, эффективность пользова-тельской документации и / или справочной системы) | 3, №№ 40, 41, 42 | 47 |  |
| 18 | 8.3.2 Метрики обучаемости (эффективность пользо-вательской документации и справочных систем в процессе эксплуатации, доступность справки, частота обращения к справке) | 3, №№ 43, 44, 45 | 48 |  |

3.2 Запись своих индивидуальных заданий по пп. 2.2 – 2.4 по образцу примера п. 1.2. В записи обязательно должно присутствовать описание логики Ваших рассуждений при выборе исходных данных для оценки каждой метрики.

3.3 Выводы по п. 2.4.

4 Задания для самоподготовки и самопроверки

4.1 Чем отличается внутренняя метрика от внешней?

4.2 Что такое метрика?

4.3 Чем отличается нормализованная метрика от ненормализованной? Приведите примеры.

4.4 Что такое весовой коэффициент при расчёте качества ПО и чем отличаются равнозначные весовые коэффициенты от неравнозначных?

4.5 Что такое скалярное произведение 2-х векторов и чем оно отличается от векторного? Запишите формулы и вычислите придуманные Вами примеры скалярного и векторного произведения 2-х векторов.

4.6 Какие метрики *функциональных возможностей* (functionality metrics) Вы знаете? В какую группу они входят? Что оценивают?

4.7 Какие метрики *завершенности* (maturity metrics) Вы знаете? В какую группу они входят? Что оценивают?

4.8 Какие метрики *практичности (usability metrics)* Вы знаете? В какую группу они входят? Что оценивают?.

4.9 Какие метрики *эффективности (efficiency metrics)* Вы знаете? В какую группу они входят? Что оценивают?.

4.10 Какие метрики *сопровождаемости (maintainability metrics)* Вы знаете? В какую группу они входят? Что оценивают?.

4.11 Какие метрики *мобильности (portability metrics)* Вы знаете? В какую группу они входят? Что оценивают?

4.12 Расскажите об эволюции стандарта ISO/IEC 9126-2 за рубежом.

4.13 Расскажите об эволюции стандартов по оценке качества и надёжности ПО в СССР и Беларуси.

4.14 Приведите примеры процесса, работы и задачи согласно СТБ 12207-2003.

4.15 Какими желательными свойствами должна обладать метрика?

4.16 Какими критериями обоснованности должна обладать метрика?

4.17 Опишите структуру таблиц ISO/IEC 9126-2, в которых даны примеры метрик качества.

4.18 Что такое метод применения метрики? Приведите примеры.

4.19 Что такое способ измерения, формула, исходные и вычисляемые данные метрики? Приведите примеры.

4.20 Что такое интерпретация измеренного значения метрики? Приведите примеры.

4.21 Что такое тип шкалы, используемой при измерении метрики? Приведите примеры.

4.22 Что такое тип измеренного значения метрики? Приведите примеры.

4.23 Что такое источники входных данных для измерения метрики? Приведите примеры.

4.24 Что такое ссылка на СТБ 12207-2003 в таблицах ISO/IEC 9126? Приведите примеры.

4.25 Что такое целевая аудитория метрики? Приведите примеры.

4.26 Чем отличается ненормализованная метрика от нормализованной? Найдите в ISO/IEC 9126 три ненормализованных метрики, не выбирая рассмотренные в настоящей лабораторной работе.