



Руководство по аккредитации
образовательных программ,
основанных на разработках
Quanser (ABET)

Издано в Мархам, Онтарио (Markham, Ontario).

Настоящий документ и описываемое в нем программное обеспечение являются предметом лицензионного соглашения. Ни программное обеспечение, ни этот документ не могут быть использованы или скопированы, за исключением случаев, указанных в условиях данного лицензионного соглашения. Компания Quanser Inc. предоставляет следующие права: а) право тиражировать данное руководство и включать его в одно или несколько сборников учебно-методических материалов, а также право тиражировать его в составе упомянутых сборников; б) создавать и тиражировать адаптированные версии данного руководства с внесением обоснованных изменений, которые должны быть четко заметны относительно исходного варианта руководства; с) распространять и публично демонстрировать настоящее руководство, в том числе в составе сборников учебно-методических материалов; d) распространять и публично демонстрировать адаптированные версии. Вышеупомянутые права распространяются на все средства массовой информации и форматы, известные в настоящее время и те, что будут разработаны в будущем. Эти права предоставляются с учетом следующих ограничений: а) Вы не имеете право использовать предоставленные вам вышеупомянутые права никоим образом для осуществления попыток извлечения коммерческой прибыли или для непосредственного извлечения таковой, а также для получения денежного вознаграждения от частных лиц; b) Вы обязаны оставлять неизменными все положения по защите авторских прав на данное руководство и упоминать марку Quanser Inc. Эти ограничения не могут быть изменены без предварительного письменного разрешения компании Quanser Inc.

LabVIEW и National Instruments являются торговыми марками корпорации National Instruments.

Все другие торговые марки и наименования компаний, упомянутые здесь, являются собственностью соответствующих компаний.

Дополнительные условия: Читатель принимает на себя все риски, связанные с использованием настоящего ресурса и всей информации, теоретических сведений, программ, которые там содержатся или описываются. Этот ресурс может содержать технические неточности, типографические ошибки, прочие ошибки и упущения, а также устаревшую информацию. Ни автор, ни издатель не несут никакой ответственности за любые ошибки и упущения, за обновление любой информации, за любые нарушения патентных и других прав интеллектуальной собственности.

Автор и издатель не дают никаких гарантий, включая, без ограничений, любые гарантии на полноту данного ресурса и любой информации, теоретических сведений или программ, содержащихся или описываемых в ресурсе. Также они не дают никаких гарантий, что любые содержащиеся или описываемые в данном ресурсе информация, теоретические сведения и программы не нарушают ничьих патентных прав и иных прав интеллектуальной собственности.

ДАННЫЙ РЕСУРС ПОСТАВЛЯЕТСЯ "КАК ЕСТЬ". НЕ ДАЮТСЯ НИКАКИЕ ГАРАНТИИ, ЯВНЫЕ ИЛИ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫЕ, ВКЛЮЧАЯ, НО НЕ ОГРАНИЧИВАЕМЫЕ, ЛЮБЫЕ И ВСЕ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫЕ ГАРАНТИИ ТОВАРНОЙ ПРИГОДНОСТИ, ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ КОНКРЕТНОЙ ЦЕЛИ И ОТСУТСТВИЯ НАРУШЕНИЙ ПРАВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ.

Никаких прав и лицензий не предоставляются издателем или автором под любым патентом или другим правом на интеллектуальную собственность явно, косвенно или по решению суда.

НИ ПРИ КАКИХ ОБСТОЯТЕЛЬСТВАХ ИЗДАТЕЛЬ ИЛИ АВТОР НЕ БУДУТ НЕСТИ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА ЛЮБОЙ ПРЯМОЙ, КОСВЕННЫЙ, УМЫШЛЕННЫЙ, НЕУМЫШЛЕННЫЙ, СТРАХОВОЙ, ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ИЛИ ВТОРИЧНЫЙ УЩЕРБ, ОБУСЛОВЛЕННЫЙ ДАННЫМ РЕСУРСОМ И ЛЮБОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ, ТЕОРЕТИЧЕСКИМИ СВЕДЕНИЯМИ И ПРОГРАММАМИ, КОТОРЫЕ ТАМ СОДЕРЖАТСЯ И ОПИСЫВАЮТСЯ, ДАЖЕ ЕСЛИ ОСВЕДОМЛЕННЫ О ВОЗМОЖНОСТИ ТАКОГО УЩЕРБА И ДАЖЕ ЕСЛИ ЕГО ПРИЧИНОЙ ИЛИ ЕГО СПОСОБСТВОВАНИЮ ЯВЛЯЛАСЬ НЕВНИМАТЕЛЬНОСТЬ ИЗДАТЕЛЯ, АВТОРА ИЛИ ИНЫХ ЛИЦ. Применимый закон может не допускать исключений или ограничений по неумышленному или вторичному ущербу. Следовательно, вышеприведенные исключения или ограничения могут к вам не применимы.

Понятие АБЕТ аккредитации

В США аккредитация представляет собой процесс оценки качества. Образовательные учреждения или программы имеют право периодически проходить аккредитацию, чтобы определить, соответствуют ли они определенным требованиям. Аккредитационный совет по технике и технологиям (The Accreditation Board for Engineering and Technology, АБЕТ) отвечает за аккредитацию образовательных программ по прикладным наукам, информационным технологиям, технике и технологии. Аккредитация от имени совета АБЕТ гарантирует, что образовательная программа колледжа или университета соответствует стандартам качества, установленным для профессиональной деятельности, для которой ведется подготовка студентов по этой образовательной программе.

Организация, ответственная за образовательную программу, претендующую на аккредитацию, обязана четко показать, что эта программа соответствует ряду критериев. Одним из таких критериев является "Критерий 3: результаты освоения программы". Студенты, обучающиеся по некоторой образовательной программе, должны показать результаты освоения программы от (а) до (к). Значительно более подробную информацию можно найти в документе "Criteria for Engineering Accreditation", публикуемым ежегодно советом АБЕТ на сайте <http://www.abet.org>.

Чтобы удовлетворить критерию 3, для образовательной программы должно быть показано, что имеет место процесс оценивания и проверки, где периодически документируется и демонстрируется степень, в которой результаты освоения программы достигаются студентами. Для большинства образовательных программ это осуществляется путем установления соответствия между результатами освоения от (а) до (к) и курсами в учебного плана¹. Результаты освоения оцениваются в процессе изучения курсов. Наконец, результаты оценивания по разным курсам объединяются вместе в данные по образовательной программе в целом, чтобы продемонстрировать степень усвоения программы студентами.

Если ваш курс является частью оценки вашего личного вклада в образовательную программу, то вам возможно потребуются оценивать следующие результаты:

(А) Способность применять знания по математике, естественнонаучным и техническим дисциплинам.

¹ Отказ от ответственности: выраженные мнения или методы оценки, описанные здесь, не были подтверждены АБЕТ каким либо образом.

(B) Способность планировать и проводить эксперименты, а также анализировать и интерпретировать данные,

(C) Способность проектировать систему, компонент или процесс так, чтобы он удовлетворял предъявляемым к нему требованиям с учетом практических ограничений, в том числе экономических, экологических, социальных, политических, этических, а также ограничений, связанных с безопасностью для здоровья и жизни, возможностью постановки на производство и надежностью.

(E) Способность идентифицировать, формулировать и решать инженерные задачи

(K) Способность использовать приемы, навыки и современные средства проектирования, необходимые для инженерной практики.

Эти результаты могут быть проверены в рамках вашего курса с помощью различных контролирующих средств, таких как опросы и задания или вопросы, нацеленные на проверку определенных результатов освоения курса. Чтобы оценить степень достижения результатов (например, пункт (A) в приведенном выше списке), как правило, задаются некоторые критерии качества, которые представляют собой набор измеримых индикаторов для оценки каждого результата обучения. Они определяют конкретные знания, умения и навыки и/или поведение студентов, которые они должны продемонстрировать в качестве индикаторов достижения результата.

Для данного лабораторного практикума (Quanser) определен набор критериев качества для каждого результата. Эти критерии обозначены как A-1, A-2, B-3, ..., K-3, как это показано в разделе *Правила оценивания* ниже. Мы также встроили эти критерии качества в список правильных ответов, обозначенные с помощью индикаторов **A-1**, **B-9**.

Оценивание освоения вашего курса

Итоговая оценка результатов отличается от отдельных оценок по разделам курса. Оценка за экзамен по дисциплине является комбинированным индикатором. Например, если студент получает оценку "В" за пройденный курс, скорее всего, будет трудно определить его/ее уровень достижения того или иного результата от "А" до "К". Одной из целей оценки является измерение уровня достижения этих конкретных знаний и умений, чтобы можно было в будущем можно было улучшить курс.

Итак, как же вам следует вводить оценку качества результатов в ваш курс? Описанный здесь подход может быть применен к предварительному домашнему заданию и отчету к каждой лабораторной работе каждого из студентов в течение семестра. Это может быть осуществимо или неосуществимо в зависимости от размера вашей студенческой группы. В общем случае оценивается репрезентативная выборка деятельности студента.

Вы можете продолжить давать задания и принимать экзамены и оценивать их традиционным способом. Чтобы ввести оценку качества в ваш курс, вы можете собрать репрезентативную выборку студенческих работ и "оценить" их с помощью системы показателей, приведенных в настоящем руководстве. В этом заключается правильный подход к начальному этапу введения оценки качества в ваш курс.

Вспомните, что согласно критерию 3, в образовательной программе должен быть задокументирован процесс оценки качества. По образовательным программам осуществляется сбор студенческих работ в течение учебного года, который предшествует приезду комиссии из совета АБЕТ. Вы можете сохранить примеры домашних заданий, отчетов к лабораторным работам и оценочный лист как "доказательство" непрерывной работы по оценке качества подготовки по вашему курсу. Собранные материалы затем могут быть переданы в комитет по оценке качества подготовки по вашей образовательной программе для включения их в документацию по образовательной программе, чтобы данный комитет мог объединить их до приезда комиссии из АБЕТ.

Оценка результатов освоения курса

Как пояснялось ранее, такие критерии качества подготовки как А-1, А-2, А-3 используются для описания измеримых индикаторов для оценки каждого результата обучения.

Количество баллов за каждый результат освоения может быть пересчитан в уровень достижения этого результата по всей студенческой группе. Одним из подходов является просто усреднение количества баллов по всем критериям качества для данного результата: Например, для результата “А” вы можете воспользоваться формулой:

$$\text{Score}_A = (\text{Score}_{A-1} + \text{Score}_{A-2} + \text{Score}_{A-3}) / 3$$

В таблице 1 приведен пример оценочного листа для отдельной лабораторной работы. В этом примере студенты оцениваются по критериям А-1, А-2, А-3, В-1, В-2, В-8, К-2, К-3 и К-4. Аналогичный оценочный лист может быть использован для лабораторных работ, по которым оценивается уровень подготовки на соответствие другим критериям. Для этого можно просто добавить дополнительные столбцы.

Таблица 1: Пример оценочного листа

Student	Lab Title								
	Criteria A			Criteria B			Criteria K		
	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-8	K-2	K-3	K-4
Студент 1	3	4	4	4	3	4	4	4	4
Студент 2	3	4	4	4	4	2	4	4	2
Студент 3	4	3	3	3	3	3	3	3	3
Студент 4	4	3	3	3	3	3	3	3	3
Студент 5	2	4	4	4	3	3	4	4	3
Студент 6	1	4	4	4	3	3	4	4	3
Студент 7	1	4	4	4	2	1	4	4	1
Максимально возможная оценка	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Среднее	2,57	3,71	3,71	3,71	3,00	2,71	3,71	3,71	2,71
СКО	1,27	0,49	0,49	0,49	0,58	0,95	0,49	0,49	0,95

Score_A:	3,33
Score_B:	3,14
Score_K:	3,38

В качестве альтернативы вы можете использовать взвешенное среднее, где некоторые из критериев качества рассматриваются как более важные, чем другие. Для результата освоения “А” вы можете воспользоваться формулой:

$$\text{Score}_A = (w_1 \times \text{Score}_{A-1} + w_2 \times \text{Score}_{A-2} + w_3 \times \text{Score}_{A-3}) / (w_1 + w_2 + w_3)$$

где w_1 , w_2 , и w_3 – веса, которые вы можете задать (приведенные к масштабу от 0 до 1) соответственно для критериев качества A-1, A-2 и A-3. Сумма всех весов должна быть равна 1.

Правила оценивания

Таблица 2: Результат А; Способность применять знания по математике, естественнонаучным и техническим дисциплинам

	Шифр	Описание критерия	4 – Отлично (Достойно подражания)	3 – Хорошо (Практично)	2 – Удовлетворительно (Есть что совершенствовать)	1 – Неудовлетворительно (На начальном или недостаточном уровне)
Применение знаний по математике, естественнонаучным и техническим дисциплинам	A-1	Наличие стратегии решения задачи	Использует сложную стратегию. Приводит изящное и сложное обоснование того, как решение было получено.	Использует правильную стратегию решения. Теоретические знания используются корректно.	Есть стратегия решения, но в знаниях теоретического материала имеются некоторые понятийные ошибки.	Использует неправильную или непонятную стратегию. В знаниях теоретического материала есть много ошибок.
	A-2	Выполнение вычислений	Получен правильный ответ. Вычисления выполнены полностью. Используется точная запись математических выражений, расшифровка обозначений, графики, диаграммы и т.д.	Получен правильный ответ путем правильных вычислений.	Получен правильный ответ. Вычисления в основном правильные, но содержат некоторые мелкие ошибки.	Ответ отсутствует или получен неправильный ответ. Вычисления в основном или полностью неправильные.
	A-3	Объяснение результатов	Объяснения результатов сделаны на основании выполненных расчетов с развернутым обоснованием и интерпретацией. Сделаны ясные логичные выводы.	Объяснения результатов сделаны на основании выполненных расчетов. Сделаны логичные выводы.	Даны некоторые объяснения результатов, однако отсутствует их логическое обоснование.	Объяснения полученных результатов отсутствуют или сделана попытка объяснить результаты, однако объяснения неполные или ошибочные.

Таблица 3: Результат В; Способность планировать и проводить эксперименты, а также анализировать и интерпретировать данные

	Шифр	Описание критерия	4 – Отлично (Достойно подражания)	3 – Хорошо (Практично)	2 – Удовлетворительно (Есть что совершенствовать)	1 – Неудовлетворительно (На начальном или недостаточном уровне)
Проектирование и расчет	В-1	Формулировка проверяемой гипотезы	Корректно сформулирована проверяемая гипотеза и пояснена альтернативная гипотеза, а также ожидаемый эффект, в связи с которым возникла данная гипотеза	Проверяемая гипотеза сформулирована корректно	Сформулирована гипотеза, которую то ли можно проверить, то ли нельзя.	Гипотеза неполная, или ее нельзя проверить
	В-2	Определение независимости или зависимости переменных	Зависимость или независимость всех переменных определена правильно, даны пояснения по зависимостям между ними	Зависимость или независимость всех переменных определена правильно	Зависимость или независимость большинства переменных определена правильно	Зависимость или независимость ни одной из переменных или меньшей их части определена правильно
	В-3	Формулировка перечня допущений	Все допущения перечислены и четко обоснованы	Все допущения перечислены	Не все допущения перечислены – некоторые из них упущены	Не указано ни одного допущения или большинство из них упущено
	В-4	Формулировка плана эксперимента по исследованию некоторого физического явления	Разработана сложная экспериментальная процедура с полным описанием каждого шага по проверке гипотезы	Разработана правильная экспериментальная процедура для проверки гипотезы	Сделана попытка разработать экспериментальную процедуру для проверки гипотезы, но она не доведена до конца	Не удалось разработать точную экспериментальную процедуру

Таблица 3: Результат В; Способность планировать и проводить эксперименты, а также анализировать и интерпретировать данные (продолжение)

	Шифр	Описание критерия	4 – Отлично (Достойно подражания)	3 – Хорошо (Практично)	2 – Удовлетворительно (Есть что совершенствовать)	1 – Неудовлетворительно (На начальном или недостаточном уровне)
Выполнение экспериментов	В-5	Соответствие экспериментов планам	Точно соответствуют планам, большое внимание уделяется деталям. Точно выполнены измерения.	Соответствуют планам, при выполнении которых получаются точные измерения.	Соответствуют планам с некоторыми ошибками, при наличии которых получаются в основном точные измерения.	Соответствуют планам с большим количеством ошибок, из-за которых большинство измерений выполняются неправильно
	В-6	Документирование полученных данных	Все данные упорядоченно аккуратно задокументированы, использованы правильные единицы измерений	Задокументированы все данные с использованием правильных единиц измерений	Данные задокументированы с некоторым количеством ошибок или некоторые данные потеряны. Организация данных требует совершенствования.	Никаких данных не задокументировано или допущены принципиальные ошибки при записи единиц измерений.
Анализ	В-7	Использование правильных методов анализа данных	Сделан отличный глубокий анализ данных с использованием правильных методов	Показан соответствующий уровень анализа данных с использованием правильных методов	Выполнен неполный анализ некоторых данных	Анализ данных отсутствует или сделаны попытки их проанализировать с использованием ошибочных методов.
	В-8	Учет в эксперименте погрешностей измерений	Есть знания всех возможных погрешностей эксперимента и умение полностью их учитывать и предлагать варианты их уменьшения	Есть знания всех возможных погрешностей эксперимента	Есть знания некоторых, но не всех возможных погрешностей эксперимента	Отсутствие знаний о каких-либо погрешностях эксперимента
Интерпретация	В-9	Интерпретация результатов с учетом исходной гипотезы	Даны четкие, глубокие и точные пояснения, включая тренды, которые приводят к логичным выводам, основанных на анализе данных и результатов.	Даны точные пояснения и логичные выводы, основанные на анализе данных и результатов.	Даны пояснения и выводы, однако с некоторыми ошибками	Пояснения или выводы отсутствуют, или они неправильные

Таблица 4: Результат С; Способность проектировать систему, компонент или процесс так, чтобы он удовлетворял предъявляемым к нему требованиям с учетом практических ограничений

	Шифр	Описание критерия	4 – Отлично (Достойно подражания)	3 – Хорошо (Практично)	2 – Удовлетворительно (Есть что совершенствовать)	1 – Неудовлетворительно (На начальном или недостаточном уровне)
Проектирование системы, компонента или процесса в соответствии к предъявляемыми требованиями	С-1	Описание проектных решений, необходимых для разработки системы или ее компонента, и следование им	Описывает в деталях проектные решения, необходимые для разработки системы или ее компонента, и следует им	Описывает только основные проектные решения, необходимые для разработки системы или ее компонента	Пытается описать некоторые проектные решения, необходимые для разработки системы или ее компонента	Не способен описать проектные решения, необходимые для разработки системы или ее компонента
	С-2	Демонстрация знаний влияния практических ограничений включая экономические, экологические ограничения, а также ограничения по безопасности, производственные и др. на проектирование системы или ее компонентов	Демонстрирует глубокие знания влияния практических ограничений, включая экономические, экологические ограничения, а также ограничения по безопасности, производственные и др. на проектирование системы	Демонстрирует знания влияния практических ограничений, включая экономические, экологические ограничения, а также ограничения по безопасности, производственные и др. на проектирование системы	Способен назвать только несколько ограничений, влияющих на проектирование системы	Демонстрирует поверхностные знания нескольких ограничений, влияющих на проектирование системы, или отсутствие знаний
	С-3	Определение и описание технических требований к компонентам, требуемым для проектирования системы или компонента системы, и их характеристик	Определяет и очень детально описывает технические требования к компонентам, требуемым для проектирования системы или компонента системы, и их характеристики	Определяет и описывает основные технические требования к компонентам, требуемым для проектирования системы или компонента системы, и их характеристики	Определяет и описывает лишь малое количество технических требований к компонентам, требуемым для проектирования системы или компонента системы, и их характеристики	Не способен определить или определяет с ошибками основные технические требования к компонентам, требуемым для проектирования системы или компонента системы, и их характеристики

Таблица 5: Результат E; Способность идентифицировать, формулировать и решать инженерные задачи

	Шифр	Описание критерия	4 – Отлично (Достойно подражания)	3 – Хорошо (Практично)	2 – Удовлетворительно (Есть что совершенствовать)	1 – Неудовлетворительно (На начальном или недостаточном уровне)
Определение, формулировка и решение инженерных задач	E-1	Описание подзадач инженерной задачи.	Дает глубокое описание основных и второстепенных подзадач какой-либо инженерной задачи.	Дает глубокое описание основных подзадач какой-либо инженерной задачи.	Дает описание некоторых подзадач какой-либо инженерной задачи, но при этом упущены некоторые основные подзадачи.	Дает описание инженерной задачи, в котором упущены основные подзадачи или пытается описать их, но допускает много ошибок
	E-2	Формулировка систематической стратегии решения инженерной задачи	Глубоко сформулирована стратегия решения инженерной задачи, продемонстрирован на высоком уровне системный подход.	Сформулирована стратегия решения инженерной задачи.	Сформулирована стратегия решения инженерной задачи с некоторыми признаками системного подхода.	Показана неспособность сформулировать стратегию решения инженерной задачи, или почти не используется или совсем не используется системный подход

Таблица 6: Результат К; Способность использовать приемы, навыки и современные средства проектирования, необходимые для инженерной практики

	Шифр	Описание критерия	4 – Отлично (Достойно подражания)	3 – Хорошо (Практично)	2 – Удовлетворительно (Есть что совершенствовать)	1 – Неудовлетворительно (На начальном или недостаточном уровне)
Использование приемов, навыков и современных средств проектирования	К-1	Использование программных средств для анализа данных	Умеет правильно пользоваться различными программными средствами и их продвинутыми возможностями для анализа данных	Умеет правильно пользоваться программными средствами для анализа данных	Умеет правильно пользоваться программными средствами для анализа данных, но делает небольшое количество ошибок	Не умеет пользоваться программными средствами и пытается их использовать, но допускает при этом много ошибок
	К-2	Применение программных средств для представления данных в удобном формате (графики, числовые данные, таблицы, осциллограммы, диаграммы)	Умеет правильно применять различные программные средства и их продвинутые возможности для представления данных	Умеет правильно применять программные средства для представления данных	Умеет применять программные средства для представления данных, но с небольшим количеством ошибок	Не умеет пользоваться программными средствами для представления данных или пытается делать это с большим количеством ошибок (отсутствие меток и т.д.)
	К-3	Применение программных средств для моделирования физических систем	Умеет правильно применять различные программные средства и их продвинутые возможности для моделирования физических систем.	Умеет правильно применять программные средства для моделирования физических систем	Умеет применять программные средства для моделирование физических систем, но с небольшим количеством ошибок	Не умеет пользоваться программными средствами для моделирования физических систем или пытается делать это с большим количеством ошибок