

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**(ДГТУ)**

КАФЕДРА «Робототехника и мехатроника»

**Практикум**

по выполнению практических работ

по дисциплине

«Разработка мобильной транспортной платформы»

Ростов-на-Дону

2025

Составители: старший преподаватель Лаврентьев Е.Б.

Практикум по выполнению практических работ по дисциплине «Разработка мобильной транспортной платформы». ДГТУ, г. Ростов-на-Дону, 2025 г.

В практикуме кратко изложены теоретические вопросы, необходимые для успешного выполнения практических работ, рабочее задание и контрольные вопросы для самопроверки.

Предназначено для обучающихся по направлению подготовки (код, название):

15.03.06 Мехатроника и робототехника

Ответственный за выпуск:

Зав. кафедрой (руководитель структурного подразделения, ответственного за реализацию ОПОП) Изюмов Андрей Игоревич

© Издательский центр ДГТУ, 2025г.

**Методическое пособие по разработке мобильной транспортной платформы**

**Введение.** Данное методическое пособие предназначено для студентов направления «Роботы и мехатронные системы», осваивающих дисциплину «Разработка мобильной транспортной платформы». Пособие охватывает все этапы практических занятий в формате проектной работы – от зарождения замысла до итоговой защиты проекта. В центре внимания – командный проект по созданию мобильной транспортной платформы, то есть роботизированной тележки или автономного мобильного робота для перевозки грузов. Пособие написано в российском контексте и рассчитано на самостоятельное изучение. В каждом разделе приведены краткие теоретические обоснования, практические рекомендации о том, что должен сделать студент, примеры типовых решений, а также чек-листы и пошаговые рекомендации. Следуя этому пособию, студент сможет планомерно пройти все шаги проектной деятельности и успешно реализовать и защитить свой проект.

**1. Понятие проекта и проектной деятельности. Типы и результаты проектов. Определение проблематики, целеполагание и планирование проекта**

**Краткое теоретическое обоснование**

**Что такое проект.** Проектная деятельность – это особый способ достижения цели через выполнение уникального комплекса работ в ограниченные сроки и ресурсы. Проект всегда начинается с определённого замысла или выявленной **проблемы**, включает в себя план действий по её решению и завершается получением конкретных **результатов**. В российской методической литературе существует понятие «пять П» проекта – **Проблема, Проектирование (планирование), Поиск информации, Продукт, Презентация**. Иными словами, проект – это цикл действий от формулирования проблемы до представления готового продукта. Ключевые признаки проекта: нацеленность на **уникальный результат** (новый продукт, услуга или технология), **ограниченность во времени** (чёткие даты начала и окончания) и **ограниченность ресурсов** (трудовых, финансовых и пр.). Проект отличается от рутинного процесса тем, что носит разовый, неповторяющийся характер и требует творческого подхода.

**Виды проектов и результаты.** Существует большое разнообразие проектов по характеру и сфере применения. По **сфере** различают, например, образовательные, научно-исследовательские, инженерно-технические, социальные, предпринимательские проекты и т.д. Проекты классифицируют также по **масштабу и структуре**: индивидуальные (монопроекты в рамках одной темы), комплексные (многокомпонентные, междисциплинарные) или мегапроекты (объединяющие множество связанных проектов). По **длительности** бывают краткосрочные (несколько месяцев), среднесрочные и долгосрочные (годы). По ожидаемым **результатам** проекты могут быть **практико-ориентированные** (создание физического прототипа или устройства), **исследовательские** (получение новых знаний, экспериментальные данные), **инновационные** (внедрение новых технологий) и др. Следует помнить, что каждая проектная инициатива уникальна и часто сочетает признаки разных типов проектов. В контексте данной дисциплины результатом проекта будет **мобильная транспортная платформа** – например, прототип роботизированной тележки, способной перевозить заданный груз. Помимо материального продукта, результатами проекта могут являться сопровождающие материалы: чертежи, схемы, программный код, отчёт о проделанной работе, презентация и пр.

**Постановка проблемы и цели.** Любой проект начинается с выявления **проблематики**. Необходимо понять, какую задачу предстоит решить или какую потребность удовлетворить с помощью создаваемой системы. Для нашего проекта проблемой может быть, к примеру, автоматизация транспортировки грузов в пределах склада или кампуса. После формулировки проблемы определяется **цель проекта** – конкретный конечный результат, которого надо достичь. Цель должна отражать, какое решение будет создано для обозначенной проблемы. Правильно сформулированная цель отвечает критериям SMART (конкретная, измеримая, достижимая, релевантная, ограниченная во времени). **Целеполагание** заключается в том, чтобы чётко представить образ желаемого итогового продукта (например, «разработать мобильную роботизированную платформу грузоподъёмностью 50 кг с автономным управлением, способную перемещаться по заданному маршруту»). Цель проекта тесно связана с его результатом: если цель не достигнута, проект нельзя считать успешным.

**Планирование проекта.** После постановки цели необходимо наметить план достижения этой цели. **План проекта** – это упорядоченное описание основных этапов и шагов работы, распределённых во времени. На начальном этапе план носит предварительный характер: определяется, какие задачи нужно решить (например, разработать конструкцию шасси, подобрать моторы, разработать систему управления, протестировать платформу и т.д.), и в каком порядке их выполнять. Планирование включает оценку необходимых **ресурсов** (материалы, компоненты, инструменты, программное обеспечение, финансы) и **сроков** выполнения каждой задачи. На основе плана можно сформировать **график** работы над проектом – календарный план или диаграмму Ганта. В проектной деятельности выделяют стандартные фазы жизненного цикла: инициация (постановка проблемы и целей), планирование, исполнение, мониторинг и завершение проекта. Уже на старте проекта важно спланировать не только технические шаги, но и организационные моменты: состав команды, распределение ролей, расписание совместной работы, форму отчётности по прогрессу. Грамотное планирование задаёт ориентиры для всей команды и служит дорожной картой проекта.

**Что должен сделать студент (практические действия)**

На первом этапе студент (или команда студентов) выполняет **инициацию проекта**. Практические шаги включают:

* **Выбор темы проекта и формулирование проблемы.** Если тема уже задана (в нашем случае – мобильная транспортная платформа), нужно конкретизировать проблему, которую будет решать разрабатываемый робот. Например, решить проблему автоматизации перевозки груза определённого типа. Студент должен описать актуальность проблемы: почему она важна, для кого предназначено решение.
* **Определение цели проекта.** Сформулируйте цель как желаемый результат. Убедитесь, что цель чёткая и измеримая. Например: *«Цель проекта – разработать прототип мобильной роботизированной платформы, способной перевозить груз 50 кг со скоростью 1 м/с на дистанцию до 100 м в помещении, с автономным управлением (следование по линии)»*. Цель обычно фиксируется в задании на проект или в кратком описании проекта.
* **Формирование основных задач.** Разбейте цель на составные задачи, которые предстоит решить. Это своего рода декомпозиция проекта. Для приведённого примера задачами могут быть: разработка механической конструкции шасси, разработка системы приводов (моторы, колёса), разработка системы сенсоров и управления, разработка программного обеспечения для автономного движения, испытания и отладка прототипа. Задачи логично группируются по этапам.
* **Предварительное планирование этапов.** Составьте предварительный план-график: в каком порядке выполнять задачи и сколько времени на них потребуется. Например, этап 1: сбор требований и выбор концепции (2 недели); этап 2: конструирование и расчёты (4 недели); этап 3: закупка комплектующих и сборка (3 недели); этап 4: программирование и наладка (4 недели); этап 5: тестирование и корректировка (2 недели); этап 6: подготовка к защите (1 неделя). Это всего лишь пример – конкретный план зависит от сложности проекта и доступного времени.
* **Определение необходимых ресурсов.** Составьте перечень того, что потребуется для реализации проекта: компонентная база (двигатели, контроллер, аккумуляторы, материалы корпуса и рамы), инструмент для сборки, программные средства (например, Arduino IDE, MATLAB или др.), финансовые ресурсы (смета затрат на компоненты) и др. Уже на этапе планирования стоит подумать, где взять необходимые компоненты, сколько они стоят, а также учесть человеческие ресурсы (сколько человек будут работать над каждой задачей).
* **Распределение ответственности за задачи.** Если над проектом работает команда, на старте полезно указать, кто за какую часть работы будет отвечать. Например, один студент отвечает за механику (чертежи, сборка шасси), другой – за электронику (схема управления, сенсоры), третий – за программирование (алгоритм движения, прошивка). На этом этапе распределение может быть предварительным, далее оно уточнится.

Эти действия соответствуют организационно-подготовительному этапу проектной деятельности, который включает выбор темы, определение задач, поиск проблемы, составление предварительного плана, определение участников и методов работы. Выполнив вышеперечисленные шаги, студент создаст основу для успешного старта проекта: будет ясно, **что делаем** (цель и задачи), **зачем** (проблема, обоснование), **как и когда** делаем (план этапов, ресурсы).

**Пример типового решения**

*Пример:* Студент Иван выбрал темой проекта **«Мобильная роботизированная платформа для транспортировки учебных материалов в корпусе вуза»**. Он определил проблему: сотрудники и студенты тратят время на перенос тяжёлых папок и книг между аудиториями; робот-платформа могла бы автоматизировать эту задачу. Иван сформулировал цель: *«Разработать автономную платформу на колёсной базе, которая перевозит груз до 10 кг между кабинетами по заранее заданному маршруту»*. Для достижения этой цели Иван наметил задачи: 1) спроектировать шасси робота (рама, колёса, электропривод); 2) разработать систему управления (микроконтроллер, датчики линии или лидар для навигации); 3) написать программу движения по маршруту с обходом препятствий; 4) протестировать устройство на нескольких типовых маршрутах. Он набросал план: в первом месяце выполнить расчёты и 3D-модель шасси, во втором – собрать аппаратную часть и написать базовый код управления, в третьем – провести испытания и отладку. Иван также составил список ресурсов: ему нужны аккумуляторы, два мотор-редуктора с колесами, плата Arduino, ультразвуковые датчики, модуль беспроводного управления для отладки, материалы для корпуса (фанера или пластик), инструменты (дрель, паяльник), около 5 000 рублей на закупку компонентов. Он прикинул возможные риски (например, недостаточная грузоподъёмность моторов) и заложил в план резерв времени на непредвиденные сложности. Таким образом, по завершении первой фазы у Ивана имеется чёткое понимание проекта и план действий.

**Чек-лист и пошаговые рекомендации**

* **Проверка понимания проблемы:** Ясно ли сформулирована проблема, на решение которой направлен ваш проект? Обосновали ли вы актуальность проблемы (почему стоит её решать, кому будет полезен результат)?
* **Чёткая цель проекта:** Сформулирована ли цель одним предложением? Проверяйте: содержит ли цель указание на конечный продукт/результат, его основные характеристики и ограничения по времени. Избегайте расплывчатых формулировок. Цель должна отвечать на вопрос *«Что конкретно будет создано или достигнуто?»*.
* **Определены ли критерии успешности?** Подумайте, по каким признакам вы поймёте, что цель достигнута (например, робот перевозит 10 кг груз – достигнуто, если перевёз без сбоев; следует по линии от А до Б – достигнуто, если доехал за N секунд). Эти критерии соотносятся с задачами тестирования на финальном этапе.
* **Список задач и этапов:** Выписаны ли все основные задачи, вытекающие из цели? Разбейте большую задачу на подзадачи. Убедитесь, что ничего существенного не упущено (например, учтены ли задачи по обеспечению безопасности работы робота, по созданию презентационных материалов и т.д.). Расположите задачи в логическом порядке и объедините в этапы.
* **Предварительный график:** Составьте календарный план, распределив этапы по неделям или месяцам. Отметьте **контрольные точки** (milestones) – ключевые результаты по этапам. Например, контрольные точки: «разработаны чертежи» (дата), «платформа собрана и ездит вручную» (дата), «робот проходит тестовый маршрут автономно» (дата). Эти вехи помогают контролировать прогресс.
* **Ресурсы и ограничения:** Проверьте, что учтены все необходимые ресурсы. Есть ли доступ к оборудованию (например, 3D-принтер для печати деталей, если понадобится)? Учтены ли сроки поставки комплектующих, если их нужно заказывать? Зафиксируйте известные ограничения: например, максимальный бюджет, предельные габариты робота (если оговорено), время, которое члены команды могут уделять проекту в неделю.
* **Документирование начала проекта:** Рекомендуется оформить краткий **проектный замысел** в письменном виде. Это может быть 1-2 страницы, где описаны: проблема, цель, основные задачи, план-график, распределение ролей. Такой документ послужит основой для последующей работы и поможет согласовать понимание проекта между всеми участниками и руководителем.

Выполнение всех пунктов чек-листа на старте обеспечит прочный фундамент для дальнейшей работы над проектом. Не жалейте времени на чёткое целеполагание и планирование – это во многом предопределяет успех всего проекта.

**2. Управление командой проекта. Стейкхолдеры проекта. Подходы и стандарты управления проектами**

**Краткое теоретическое обоснование**

**Проектная команда и её управление.** Если над проектом работает не один студент, а группа, важно понять принципы управления командой проекта. **Команда проекта** – это группа участников, объединённых общей целью и задачами проекта. У каждого члена команды своя **роль** и зона ответственности, распределённые в соответствии с компетенциями и навыками. Эффективная командная работа строится на координации усилий: все выполняют свою часть и взаимодействуют для достижения общего результата, подобно тому как в футбольной команде игроки занимают разные позиции, но играют на победу вместе. Управление командой включает планирование работы для всех участников, организацию коммуникации, мотивацию, разрешение конфликтов и контроль выполнения задач.

**Роли в проекте.** В классическом понимании выделяются основные роли: **менеджер проекта**, **владелец продукта (заказчик)** и **исполнители**. *Менеджер проекта* (руководитель команды) отвечает за общее планирование, распределение задач и ресурсов, соблюдение сроков, коммуникацию между всеми участниками и решение возникающих проблем. В учебном проекте роль менеджера обычно берёт на себя лидер команды или наиболее опытный студент, хотя распределять управленческие функции можно и более равномерно. *Заказчик/спонсор проекта* – лицо, определяющее требования к результату и оценивающее успех. В учебном контексте роль заказчика может играть преподаватель или сторонний партнёр (например, компания, для которой делается проект), а также сами конечные пользователи решения. *Исполнители* – все члены команды, выполняющие конкретные работы (разработка, конструирование, программирование и т.д.). В небольших студенческих командах один человек может совмещать несколько ролей (например, быть одновременно и менеджером, и исполнителем технической части). Важно чётко определить, **кто за что отвечает**: это повысит ответственность и прозрачность работы. Также в некоторых проектах выделяют специальные роли, такие как *аналитик* (сбор данных, анализ требований) или *тестировщик*, но чаще эти функции распределяются между членами команды.

**Стейкхолдеры проекта.** **Стейкхолдеры** (заинтересованные стороны) – это все, на кого влияют результаты проекта, или кто влияет на проект. Помимо команды и заказчика, к стейкхолдерам могут относиться: руководитель образовательной программы (куратор проекта от института), потенциальные пользователи или клиенты, технические консультанты, поставщики компонентов, и даже конкурирующие команды (например, если проект участвует в конкурсе). Управление стейкхолдерами подразумевает выявление всех таких сторон, понимание их ожиданий и влияния. В студенческом проекте ключевые стейкхолдеры обычно: **преподаватель-наставник** (оценивает проект, дает рекомендации), **сам проектный коллектив** (заинтересован успешно выполнить работу), возможно, **внешний заказчик** (если проект решает задачу для реальной организации) и **пользователи** (например, сотрудники, которые будут использовать мобильную платформу). Нужно учитывать интересы всех: преподаватель ожидает соответствия учебным требованиям, команда хочет получить новый опыт и высокую оценку, заказчик – рабочее решение проблемы, пользователи – удобство и надёжность продукта. На практике управление стейкхолдерами сводится к налаживанию коммуникаций: регулярно информировать заинтересованных лиц о ходе проекта, учитывать их обратную связь и требования. Например, преподавателя важно своевременно уведомлять о прогрессе или сложностях, чтобы получить совет; пользователя – привлекать к тестированию, чтобы учесть его мнение.

**Подходы к управлению проектами.** Существует несколько общепринятых подходов (методологий) к организации проектной работы. Традиционный (каскадный) подход предполагает детальное первоначальное планирование всех этапов и последовательное выполнение задач (Waterfall-модель). Альтернативой является **гибкий (Agile) подход**, при котором работа организована итеративно: проект разбивается на короткие циклы (спринты), в конце каждого команда получает частичный результат (рабочий прототип или функционал) и при необходимости корректирует план. Agile-методологии (Scrum, Kanban и др.) особенно популярны в IT-проектах, но элементы их можно применять и в робототехнических проектах – например, планировать еженедельные спринты с конкретными целями (собрать шасси, потом написать код движения, и т.д.). Гибкие подходы позволяют быстрее **адаптироваться к изменениям** и выявлять проблемы на ранних стадиях, снижая объём переделок. В нашем случае целесообразно сочетать элементы: иметь общий план (дорожную карту) и одновременно разбивать работу на короткие этапы с регулярными промежуточными результатами.

**Стандарты управления проектами.** Для управления проектами разработаны международные и национальные **стандарты и методические руководства**. Например, широко известен свод знаний PMI PMBOK (Project Management Body of Knowledge) – сборник лучших практик. В мировой практике также используется методология PRINCE2 (Projects in Controlled Environments) и стандарт ISO 21500:2012 (Guidance on Project Management). В России принят национальный стандарт ГОСТ Р 54869-2011 «Проектный менеджмент. Требования к управлению проектом», который фактически базируется на международном стандарте ISO 21500 и содержит основной глоссарий и концепции проектного управления. Существуют и другие ГОСТы в этой области (например, ГОСТ Р 54870 – по процессам управления проектом, ГОСТ Р ИСО 10006-2008 – по качеству в проектах и др.). Стандарты устанавливают общую терминологию, принципы и требования, обеспечивая «единый язык» для менеджеров проектов. Однако в учебном проекте нет строгой необходимости формально следовать какому-либо стандарту – достаточно понимания основных принципов. Важно, чтобы студент знал: управление проектом включает процессы инициации, планирования, исполнения, мониторинга (контроля) и завершения. Эти процессы универсальны и отражены во всех стандартах. Например, **мониторинг** предполагает отслеживание хода проекта и сравнение с планом, **управление рисками** – выявление и реагирование на потенциальные проблемы, **управление изменениями** – порядок внесения корректировок в проектные решения. Знакомство со стандартами полезно для общего кругозора: они учат системности. Но применять их надо гибко, учитывая масштаб проекта.

Для небольших студенческих проектов зачастую подходит **«легковесный» подход**: сочетание планирования основных этапов с элементами Agile для текущего управления задачами. Главное – обеспечить **эффективное взаимодействие** внутри команды и качество результата. Стандарты могут служить ориентиром (например, контрольные списки процессов), а методология – быть адаптированной под условия: ограниченное время, дистанционный формат работы и начальный уровень опыта участников.

**Что должен сделать студент**

Если проект выполняется командой студентов, на старте необходимо уделить внимание организации команды и выбору подхода к совместной работе:

* **Сформировать команду и распределить роли.** Студенты должны договориться, кто будет выполнять функции лидера/координатора (ответственного за общий контроль сроков и взаимодействие с преподавателем) – фактически менеджера проекта. Остальные роли распределяются по специализации: например, один студент станет ведущим конструктором (разработка механики), другой – программистом, третий – электроником. В команде из 2 человек роли могут распределяться по модулям проекта или фазам (один отвечает за аппаратную часть, другой за программную, или вместе делают все этапы, но один координирует). Важно обсудить ожидания друг от друга: сколько времени каждый может вкладывать, какие навыки применить, чему хочет научиться. Роли можно зафиксировать письменно (например: Иван – руководитель проекта, он же инженер-механик; Мария – инженер-программист; Пётр – инженер-электронщик и тестировщик). Каждый участник должен понимать свою ответственность.
* **Определить стейкхолдеров и их требования.** Студенты выписывают, кто заинтересован в проекте. Очевидно, что **преподаватель** – основной стейкхолдер, ожидающий от проекта соответствия учебному заданию и определённых результатов. Если проект имеет реального заказчика (например, лаборатория, которой нужен робот, или предприятие), то нужно уточнить у них требования (грузоподъемность, условия эксплуатации и т.д.). Возможные пользователи (например, сотрудники склада) – их потребности тоже стоит учесть в характеристиках платформы (удобство загрузки груза, безопасность). Таким образом, студент должен собрать **требования** от заинтересованных сторон. Это может быть неформально (разговор с преподавателем о критериях оценки, обсуждение с заказчиком), но лучше письменно зафиксировать ключевые требования. Также надо установить, как будете взаимодействовать со стейкхолдерами: например, согласовывать техническое задание с преподавателем, показывать промежуточные версии заказчику, спрашивать у пользователя обратную связь на этапе тестирования.
* **Выбрать подход к управлению работой.** Например, если обучение заочное, студенты могут работать над проектом удалённо, совмещая с основной работой или другими занятиями. Нужно решить, **как команда будет планировать и отслеживать задачи**. Студенты могут выбрать классический подход – детальный план-график – или итеративный. На практике разумно сделать так: составить общую дорожную карту до конца проекта (основные вехи), а детализацию задач проводить пошагово, от сессии к сессии (то есть фактически спринтами). Студенты должны договориться, как часто они будут созваниваться или встречаться для синхронизации. Например, решить: «каждую неделю по воскресеньям созвон по Skype на час, обсуждаем прогресс». Или: «в начале каждой проектной сессии созваниваемся за день и готовим отчёт преподавателю». Также выбрать инструменты: будет ли команда использовать таск-трекер (Trello, Notion, электронную таблицу) для списка задач, как будут храниться общие материалы (репозиторий кода на GitHub, облачная папка для документов).
* **Организовать коммуникацию.** Дистанционной команде крайне важно поддерживать регулярную связь. Студенты должны установить удобные каналы: чат в мессенджере для оперативных вопросов, электронную почту для официальной пересылки файлов, видеоконференции для обсуждений. Обсудите «правила связи»: например, отвечать в чате в течение дня, созваниваться не реже раза в неделю. Назначьте ответственного, кто будет контактировать с преподавателем (обычно руководитель команды) – он будет передавать вопросы от команды и доносить обратную связь.
* **Спланировать управление изменениями и рисками.** Команда должна быть готова к тому, что план может корректироваться. Студенты заранее обговаривают, как будут принимать решения о изменениях. Например, если столкнулись с тем, что выбранный двигатель не подходит – кто инициирует изменение (исполнитель сообщает менеджеру, тот собирает команду на внеочередное обсуждение), как зафиксировать новое решение (внести правку в план, уведомить преподавателя). Аналогично с рисками: на старте стоит перечислить основные риски (срыв сроков доставки деталей, недостаток знаний в каком-то вопросе, болезнь участника и т.п.) и придумать меры смягчения (заказать детали заранее, заручиться поддержкой консультанта, распределить знания внутри команды, чтобы в случае чего подменить друг друга). Это элемент продвинутого управления проектом, но даже простое его выполнение поможет избежать паники при проблемах.
* **Ориентироваться на стандарты и лучшие практики.** Студентам полезно ознакомиться с базовыми принципами проектного управления из стандартов. Например, взять на вооружение **шаблон плана** проекта или **чек-листы**. Можно использовать готовые чек-листы, если они подходят под ваш проект (существуют общие списки шагов проектной работы, их легко адаптировать). Если в вузе есть шаблон документа «Паспорт проекта» или «Техническое задание», можно его заполнить – это структурирует работу. Но не стоит перегружать себя бюрократией: выбирайте только то, что реально помогает вам организоваться.

Выполнив эти действия, команда выстроит каркас управления проектом. В дальнейшем, на каждом этапе, важно поддерживать дисциплину командной работы в соответствии с избранным подходом.

**Пример типового решения**

*Пример:* Проект по созданию мобильной платформы выполняет команда из 3 студентов: Алексей, Борис и Светлана. Они договорились о ролях: **Алексей** назначен неформальным руководителем проекта (он уверенно владеет организационными навыками) и одновременно отвечает за программирование контроллера; **Борис** берёт на себя разработку и сборку механической части (шасси, двигатель, рама), **Светлана** – электроника и системы сенсоров, а также ведение документации. Их преподаватель, Ирина Петровна, выступает как **куратор-заказчик**: она поставила задачу и будет принимать работу, её требования – чтобы платформа двигалась автономно по линии и выдерживала 10 кг груза. Ребята определили и других стейкхолдеров: заведующий лабораторией робототехники (заинтересован показать результат на дне открытых дверей), и студенты кафедры (будут пользоваться платформой для перевозки оборудования). Учитывая дистанционный формат, команда создала чат в Telegram для ежедневного общения и созванивается в Zoom каждый вторник вечером. Они выбрали **итеративный подход**: разбили проект на двухнедельные спринты. В начале каждого спринта Алексей вместе с командой намечает задачи и записывает их в Trello-доске, где столбцы: «Планы на спринт», «В работе», «Готово». Команда договорилась, что каждый отмечает там прогресс по своим задачам. Например, в первом спринте задачи: выбрать тип двигателей (ответственный Борис), нарисовать схему электроники (Светлана), написать черновой алгоритм движения (Алексей). По итогам спринта созваниваются с преподавателем, показывают результаты. Ребята также решили применять **чек-листы**: перед каждым созвоном с преподавателем Алексей проходит по списку вопросов, чтобы ничего не забыть (список включает: все ли задачи выполнены, какие проблемы возникли, что планируем дальше и нужна ли помощь). Они подготовили документ «План проекта» (одна страница в Google Docs), где описана структура этапов и сроки. В этом документе также прописали правила: *«Коммуникация: все важные решения фиксируются письменно; Конфликты: решаем голосованием, при равном разногласии – слово за руководителем; Изменения: значительные изменения плана согласуем с преподавателем»*. Благодаря этому команда работает слаженно: каждый знает свою роль, прогресс прозрачен, а заинтересованные лица вовлечены (Ирина Петровна получает отчёты регулярно, лаборатория готовит место для тестирования платформы).

**Чек-лист и пошаговые рекомендации**

* **Состав команды и роли:** Все ли участники проекта определены и согласованы? Разобрались ли вы, кто за что отвечает? Проверьте, чтобы каждой ключевой области проекта был назначен ответственный. Например, кто следит за сроками и объединяет части проекта (коordinator), кто отвечает за технические детали каждого модуля (механика, электроника, софт). Избегайте ситуаций, когда какая-то задача «ничья». При необходимости, распределите обязанности письменно и разошлите всем членам команды.
* **Контакт с преподавателем (наставником):** Назначен ли основной контактное лицо, через которое идёт общение с руководителем проекта (преподавателем)? Обычно это лидер команды. Он должен регулярно информировать куратора о ходе проекта и своевременно задавать вопросы. Убедитесь, что вы понимаете режим работы преподавателя: когда лучше писать, сколько заранее отправлять материалы для проверки и т.д.
* **Коммуникационные инструменты:** Определитесь, какие инструменты используете для сотрудничества. Выбрали ли вы удобный мессенджер для группы? Создали ли общий облачный диск/репозиторий для файлов проекта (чертежи, код, отчёты)? Наладьте управление версиями для кода (например, Git) и документов (Google Docs с правками или контроль версий в Word). Договоритесь о частоте встреч/созвонов. Рекомендация: иметь **еженедельные планёрки** всей команды, даже если кажется, что всё под контролем – это профилактика многих проблем.
* **Правила совместной работы:** Обсудите внутри команды и зафиксируйте базовые правила. Например: *«уважительно относимся ко всем идеям», «критикуем конструктивно, без перехода на личности», «если кто-то не может выполнить задачу в срок – сообщает заранее»*. Также распределите права доступа: кто может вносить изменения в основной код, кто отвечает за сборку прототипа (чтобы, например, два человека не делали одновременно конфликтующие изменения). Такие правила помогут поддерживать порядок.
* **Идентификация стейкхолдеров:** Составьте список заинтересованных сторон. Для каждой стороны подумайте: какие у них ожидания? Есть ли требования, которые они выдвигают? Какой уровень участия или информирования им нужен? Например, если есть внешний заказчик – может быть, имеет смысл пригласить его на промежуточную демонстрацию прототипа. Если стейкхолдер – отдел снабжения (который покупает детали) – им нужны от вас списки деталей заранее. Продумайте это и включите важные взаимодействия в план.
* **Выбор методологии:** Решите, будете ли вы работать по водопадной схеме (строго по плану) или по гибкой (постепенно уточняя задачи). Для небольшого проекта оптимально комбинировать: иметь план-график (см. раздел 1) и в то же время действовать итеративно в рамках сессий. Если выбрали спринтовый подход, определите длительность спринта (например, от одной проектной сессии до следующей, или фиксированно 2 недели) и формат отчётности (что показывать по окончании спринта). Если работаете строго по плану, назначьте контрольные точки проверки.
* **Использование стандартов/шаблонов:** Изучите требования вашей образовательной организации: возможно, есть стандарт оформления проекта (например, техническое задание, отчёт). Если такие шаблоны существуют, получите их и следуйте им с самого начала – так потом будет легче подготовить документацию. Если никаких формальных требований нет, можете опираться на общепринятые стандарты: составить *паспорт проекта* (цель, задачи, участники, сроки, ресурсы) для себя, вести *журнал проекта* (краткие записи по каждой сессии о проделанной работе). Такие документы дисциплинируют команду.
* **Контроль прогресса и чек-листы:** Внедрите практику самопроверки. Например, перед каждой встречей с куратором проходите по чек-листу: всё ли, что планировали, сделано; есть ли отклонения от графика; какие проблемы требовали решения и как вы их решаете; что планируется дальше. Чек-листы помогают не забыть про важные детали и держат работу в соответствии с намеченным стандартом. Можно иметь отдельные чек-листы на разных этапах (технический – для проверки конструкции, программный – для отладки кода, административный – для подготовки к защите и т.п.).
* **Управление рисками:** Набросайте для себя список главных рисков проекта (хотя бы 5-7 пунктов) и план на случай их реализации. Например: риск – *«не успеем изготовить детали к сборке»*, план B – использовать готовые компоненты из старых проектов; риск – *«болезнь участника»*, план B – перераспределение его задач между остальными или привлечение одногруппников на помощь. Повесьте этот список где-нибудь на виду – он будет напоминать, куда смотреть, если что-то пойдёт не так.
* **Гибкость и адаптация:** Наконец, договоритесь в команде о гибкости: миритесь с тем, что план – не догма. Если появляется новый факт или идея, не бойтесь скорректировать подход. Главное – делайте это осознанно и сообща.

Хорошо организованная команда – залог того, что проект не развалится под нагрузкой и дойдёт до успешного завершения. Уделив внимание управленческим аспектам на старте, вы намного облегчите себе техническую работу впоследствии.

**3. Проектная сессия 1. Введение в проектное задание. Ожидаемые результаты проектной работы. Правила совместной работы**

**Краткое теоретическое обоснование**

**Погружение в проектное задание.** Первая **проектная сессия** – это фактически старт проекта в учебном процессе. На этом занятии происходит введение студентов в суть задания, формулируются ожидания по результатам и устанавливаются нормы совместной работы. С педагогической точки зрения, очень важно, чтобы студенты чётко поняли, **что от них требуется к концу проекта** (какой должен быть конечный продукт, в каком виде его защищать) и **как будет организована работа**, а в условиях самостоятельного (заочного) обучения такая вводная сессия задаёт направление всей дальнейшей деятельности.

**Ожидаемые результаты и критерии.** Преподаватель обычно описывает **ожидаемые результаты** проекта: что именно студенты должны представить на защите. Это может быть физический прототип устройства, пояснительная записка (отчёт), презентация, возможно, видео демонстрации, и т.д. Также могут быть оговорены **критерии оценки**: например, работоспособность устройства, соответствие техническим требованиям, качество оформления документации, умение отвечать на вопросы комиссии. Понимание этих ожиданий – ключ к тому, чтобы студенты могли правильно расставить приоритеты. Теоретически, в проектном управлении подобный этап соответствует уточнению **чартера проекта** или техзадания – фиксируются цели, результаты и ограничения. В учебном проекте можно считать, что на сессии 1 происходит согласование «контракта» между командой и преподавателем: группа узнаёт, чего от неё ждут, и подтверждает, что берётся выполнить проект на заданных условиях.

**Правила совместной работы.** Для эффективной командной деятельности важно с самого начала установить **правила**. Это элемент **формирования команды** (стадия «шторминга» и «норминга» по Такерману – когда устанавливаются нормы взаимодействия). Правила касаются коммуникации, распределения обязанностей, порядка принятия решений, частоты встреч, способов разрешения конфликтов. В дистанционном формате эти правила критичны, так как участники реже видятся лично. На первой сессии стоит обсудить и зафиксировать эти моменты. Теоретически, это аналог регламента работы проектной группы. Если правила не обсудить, могут возникнуть проблемы: например, кто-то будет ждать указаний, кто-то работать в одиночку по своему усмотрению – и команда не станет единым целым. Правила совместной работы способствуют прозрачности и ответственности.

**Мотивация и вовлечённость.** Первое заседание проекта – время для формирования **общего видения** и мотивации. Преподаватель может рассказать вдохновляющую информацию о практической пользе мобильной платформы, о возможных перспективах (участие в конкурсе, применение результата на практике). Студентам важно проникнуться целью проекта, почувствовать свою роль. Хорошо, если каждый выскажет свои ожидания: чему хочет научиться, какую часть работы ему интереснее выполнять. Такой обмен помогает распределить роли не только по навыкам, но и по интересам. С психологической точки зрения, проектная команда устанавливает **контакт и доверие** на старте – это залог дальнейшей успешной совместной работы.

**Что должен сделать студент**

Во время и сразу после первой проектной сессии студентам необходимо выполнить ряд конкретных действий:

* **Внимательно ознакомиться с заданием и уточнить все непонятные моменты.** Студент должен изучить выданные методические материалы: описание проекта, требования к мобильной платформе (например, какие функции она должна выполнять), сроки выполнения, форму отчётности. Если что-то в задании неясно – самое время задать вопросы преподавателю. На заочном обучении контакт с преподавателем ограничен, поэтому важно использовать первую сессию для снятия всех значимых вопросов. Рекомендуется подготовить список вопросов заранее, прочитав задание дома. Например: *«Обязательно ли платформа должна иметь функцию автоматической зарядки?»*, *«Нужно ли учитывать конкретные условия (покрытие пола, наличие дверных порогов)?»*, *«Какой объём пояснительной записки требуется?»* и т.д. Уточнив эти детали, вы избежите неопределённости в дальнейшем.
* **Выяснить критерии оценивания и состав итоговых материалов.** Спросите у преподавателя, как будет оцениваться проект. Возможно, есть разбивка по баллам: за рабочий прототип – столько-то, за отчёт – столько-то, за презентацию – отдельно. Если критерии чётко не даны, попытайтесь прояснить ожидания: что считаются **минимально необходимым результатом**, а что – отличным результатом. Например, минимально платформа должна просто ехать по прямой, а отлично – если умеет объезжать препятствия. Также уточните, какие материалы нужно сдать: текст отчёта, чертежи, программу, видео? Запишите это.
* **Определить формат защиты (итогового представления).** Студенты должны понимать, как будет происходить защита проекта: очно перед комиссией или в формате видеоконференции, сколько времени на выступление, будет ли демонстрация устройства «вживую» или достаточно видео. Эта информация позволяет спланировать подготовку. Например, если защита очная, надо заранее решить логистику доставки робота на кафедру; если онлайн – проверить, как показывать демонстрацию (через камеру или заранее снять видео). Узнайте, присутствуют ли внешние эксперты на защите (это мотивирует готовиться серьезнее).
* **Сформировать командные правила.** Если проект командный, уже на первой сессии (когда все собрались для обсуждения) студенты должны договориться о базовых правилах совместной работы. Логично в присутствии преподавателя обсудить расписание взаимодействия: *«Будем ли мы собираться очно? Как часто? Либо работаем удалённо и встречаемся только на очных сессиях?»*. Заочники часто живут в разных городах или работают, поэтому важно найти общее время. Например: *«Каждый вечер вторника созваниваемся по Zoom»* или *«Раз в месяц очная встреча в лаборатории»*. Договоритесь об инструментах общения: создайте общий чат прямо в ходе первой сессии, обменяйтесь контактами (почта, телефон). Обсудите иные правила: например, *«все решения по изменению плана принимаем коллегиально»*, *«если у кого-то возникает проблема – он сразу сообщает остальным, не ждет следующей встречи»*. Преподаватель может помочь подсказать такие правила, исходя из опыта. Не забудьте также распределить **ответственные роли** (см. раздел 2): назначьте координатора (связного с преподавателем). После обсуждения целесообразно письменно зафиксировать основные договорённости – можно составить краткий **меморандум команды** или протокол первой встречи, куда включить: цель проекта, состав команды и роли, контакты, расписание взаимодействия, правила коммуникации. Этот документ следует разослать всем участникам, чтобы не было разных трактовок.
* **Определить ожидаемые результаты каждого этапа.** На первой сессии стоит примерно прикинуть, что команда должна иметь на руках к определённым контрольным точкам. Например, если всего планируется 15 сессий (как в данном курсе), прикинуть: *«К 5-й сессии хорошо бы завершить конструкторскую часть (чертежи), к 10-й – иметь собранное шасси и макет схемы управления, к 13-й – завершить все доработки»*. Это пока предварительные ориентиры, но они зададут темп. Обсудите их с преподавателем: реалистично ли это? Возможно, куратор скорректирует: например, скажет, что защита – на 15-й сессии, значит к 14-й всё должно быть готово. Тогда цель к 14-й – провести пробную защиту. Студентам полезно разбить путь на этапы с промежуточными **ожидаемыми результатами** – это повышает ответственность и позволяет показать преподавателю прогресс.
* **Психологическая подготовка и распределение ожиданий.** Часто в начале проекта студенты испытывают смесь энтузиазма и тревоги (смогут ли сделать?). Очень важно в команде поддержать друг друга. На первой сессии обсудите открыто: у кого какие сильные стороны, кто где может понадобиться помощь. Например, один силён в программировании, другой – новичок, но первый готов менторить второго по коду. Такой обмен снижает страх и укрепляет команду. Если кто-то из студентов явно слабее, обсудите с преподавателем, как распределить задачи, чтобы каждый внёс вклад. Задача – чтобы все участники были **вовлечены** и мотивированы, чувствовали ответственность. Преподаватель на вводной сессии обычно тоже старается вдохновить – ловите этот настрой.

После первой сессии у студентов должно сложиться единое понимание проекта и плана работы, а также установиться контакт в команде. Отныне проект – ваша общая задача, и у каждого есть чёткое представление, куда двигаться.

**Пример типового решения**

*Пример:* На первой проектной сессии преподаватель представил студентам задание: **создать мобильную платформу-робот для перевозки грузов**. Он показал примеры подобных студенческих проектов прошлого года (фото и видео), чтобы новички поняли, к чему стремиться. Было оговорено, что **ожидается**: к концу семестра команда должна продемонстрировать действующий прототип, способный проехать с грузом определённый маршрут, плюс сдать отчёт ~30 страниц и выступить с 10-минутной презентацией. **Критерии оценки** преподаватель описал так: работоспособность (50%), соответствие заданным характеристикам (например, грузоподъёмности, 20%), качество отчёта (20%), качество презентации и ответы на вопросы (10%). Студенты задали вопросы: *«Можно ли использовать готовые модули Arduino?»* – преподаватель разрешил, *«Обязательно ли автономное управление или можно с пульта?»* – ответ: автономное обязательно, *«Можно ли команду увеличить, привлечь еще человека?»* – ответ: нет, команда фиксирована из трёх человек. Уяснив задачу, команда тут же обсудила **распределение ролей**: Александр предложил, что он займётся механикой, поскольку работает слесарем и имеет доступ к мастерской; Борис – радиолюбитель, возьмёт электронику; Виктория сильна в программировании, займётся кодом и общим управлением проектом (координацией). Они **обменялись контактами**, создали группу в WhatsApp прямо на занятии. Также договорились: созвон раз в неделю по выходным, встречи очно – только на сессиях, так как все работают. Преподаватель подсказал, что **отчёт лучше писать постепенно**, по мере выполнения частей (чтобы не откладывать на конец). Ребята решили назначить Викторию ответственной за ведение документации: она будет собирать у коллег описания их частей. На сессии 1 также наметили **первый этап**: к следующей встрече (проектная сессия 2) составить детальный план-график и перечень требуемых деталей. Преподаватель одобрил и посоветовал список ресурсов, где можно закупать компоненты. После занятия Виктория оформила краткий протокол: записала распределение ролей, ключевые требования, план к следующей сессии, и разослала всем. Таким образом, команда успешно стартовала: они чётко поняли задания и выработали общие правила сотрудничества.

**Чек-лист и пошаговые рекомендации**

* **Понимание задания:** Можете ли вы своими словами пересказать суть проектного задания? Если да – значит, поняли правильно. Если нет, перечитайте методичку и задайте уточняющие вопросы преподавателю. Проверьте, что нигде не остаётся двусмысленности: например, если сказано «мобильная платформа средней грузоподъёмности» – узнайте конкретнее, сколько кг имеется в виду, чтобы не было разных трактовок.
* **Ожидаемые результаты и требования:** Запишите в одном месте (блокнот, файл) все ключевые требования к проекту: функциональные (что должен уметь робот), технические (размеры, скорость, груз), ограничения (например, бюджет не более N рублей), а также перечень того, что вы должны подготовить к защите (отчёт, чертежи, презентация и т.д.). Имея это на руках, вы всегда сможете проверить свои решения на соответствие.
* **Критерии успеха:** Понимаете ли вы, по каким критериям будут оценивать вашу работу? Если нет – попросите преподавателя перечислить критерии или хотя бы приоритеты. Чётко зная критерии, вы сможете сфокусировать усилия. К примеру, если основное – работоспособность, то в первую очередь обеспечьте, чтобы робот ехал, а украшательства – потом.
* **Установление контакта в команде:** Познакомьтесь поближе с товарищами по проекту. Обменяйтесь не только контактами, но и краткой информацией: кто где работает, какой у кого график, какие умения. Это поможет понять возможности друг друга. Если кто-то живёт в другом городе, сразу учтите логистику (например, где будете собирать устройство – возможно, придётся пересылать детали).
* **Создание коммуникационных каналов:** Если еще нет общего чата или группы – создайте немедленно. Убедитесь, что каждый участник может оперативно получать информацию. Обговорите, кому какой способ связи удобнее (кому-то мессенджер, кому-то email). Можно дублировать важные договорённости несколькими способами (на случай, если кто-то пропустит сообщение).
* **Правила и ожидания внутри команды:** Составьте краткий список внутренних правил и убедитесь, что все их принимают. Пример списка: 1) *Выходим на связь минимум раз в X дней.* 2) *Если задача не сделана в срок – информируем других заранее.* 3) *Все промежуточные результаты складываем в общедоступное хранилище.* 4) *Уважение: не критикуем личность, критикуем идею.* 5) *Решения стараемся принимать консенсусом, при споре – голосование.* Напишите свои пункты, удобные вам, и согласуйте в команде. Такой кодекс поможет избежать многих недоразумений.
* **Протокол первой встречи:** Полезная практика – составить документ по итогам сессии 1. В нём указать: список присутствующих, основные обсуждённые вопросы, принятые решения (по ролям, графику, вопросам куратора), задачи на ближайший этап. Это своего рода **протокол проектной сессии**. Виктория из примера выше сделала именно так. Протокол можно сделать кратким (буллетами) и отправить всем: это закрепит договорённости. Если что-то забыли обсудить – всплывёт при чтении, и можно будет дополнить.
* **Начало работы над задачами:** После вводной сессии сразу переходите от слов к делу – распределите, кто какую задачу начнёт выполнять. Желательно, чтобы к следующей сессии у каждого участника уже были первые результаты, хоть самые простые (например, список возможных моторчиков или эскиз в блокноте). Это создаст импульс и покажет, что проект движется. Пассивность после первой встречи опасна – можно потерять мотивацию. Поэтому договоритесь: *«до следующей встречи каждый делает А, Б, В»*.
* **Обратная связь от преподавателя:** Уточните, в каком формате куратор желает получать отчёты о промежуточных результатах. Некоторые преподаватели просят, например, после каждой проектной сессии присылать краткое письменное резюме. Если это так – включите в план. Если нет – всё равно неплохо отправлять время от времени короткие отчёты, это демонстрирует вашу проактивность. На первой сессии спросите: *«Как вы хотите, чтобы мы держали вас в курсе нашего прогресса?»*. Возможно, ответ будет: *«Присылайте мне раз в месяц отчет в почту»* или *«Просто готовьте доклад к каждой очной сессии»*. Следуйте этому.

Первая проектная сессия задаёт тон всей работе. Выполнив все рекомендации, студент убедится, что у команды есть чёткое задание, понимание цели, согласованные правила и план ближайших действий – словом, прочный старт для дальнейшего успешного движения.

**4. Проектная сессия 2. Команда проекта: роли и задачи участников. Составление дорожной карты проекта с распределением ответственных, сроков, ресурсов, планового и фактического исполнения**

**Краткое теоретическое обоснование**

**Уточнение ролей и задач.** На втором этапе (вторая проектная сессия) команда уже ознакомлена с проектом и должна детально спланировать работу. Здесь фокус – на **роли участников** и конкретные задачи каждого, а также на составление **дорожной карты проекта**. С теоретической точки зрения, это соответствует разработке **плана управления проектом и структуры разбивки работ (WBS)**. Роли, намеченные ранее, должны быть подтверждены или скорректированы: каждый участник четко закрепляет за собой конкретные задачи или модули проекта. Это позволит избежать дублирования и пробелов в работе.

**Дорожная карта проекта.** **Дорожная карта проекта** – это наглядный стратегический документ, который отображает ключевые этапы, контрольные точки и сроки проекта, а также связывает их с целями и ожидаемыми результатами. Проще говоря, дорожная карта даёт общую картину, когда и что должно быть сделано, кто отвечает и каких результатов надо достичь к каждой вехе. Это высокоуровневый план, понятный всем заинтересованным сторонам. Дорожная карта помогает увязать крупные цели проекта с конкретными промежуточными шагами и сроками. В отличие от детального плана или расписания, карта фокусируется на **основных вехах** (milestones). Например, для нашего проекта такими вехами могут быть: *«Завершён дизайн и расчёты»*, *«Собрана механическая часть»*, *«Электроника смонтирована и протестирована»*, *«Программное обеспечение отлажено»*, *«Прототип готов к демонстрации»*. Под каждой вехой можно указать ориентировочные даты и ответственных.

**Планирование ресурсов и сроков.** При создании дорожной карты учитываются **ресурсы** (кто и что выполняет, какие материалы нужны на каждом этапе) и **сроки**. Здесь важно учесть реальное положение заочников: время на проект ограничено, часто работа идёт параллельно с основной работой/учёбой. Поэтому планировать сроки надо с запасом. Желательно установить **плановые даты** завершения этапов, а потом отслеживать **фактическое исполнение** – это основа контроля проекта. В проектном менеджменте сравнение план/факт помогает оценить прогресс и при необходимости пересмотреть планы. На теоретическом уровне, это введение элементов **графика Ганта** (календарного плана). Дорожная карта отвечает на вопрос «**что и когда**», а детальный план — «**что, когда и как**».

**Управление изменениями по ходу.** Уже на стадии планирования следует признать, что фактическое исполнение может отклоняться от планового. Поэтому карта должна быть гибкой: допускается корректировка сроков по мере продвижения. Но фиксация плановых ориентиров всё равно важна – она мотивирует и даёт мерило прогресса. Вторая сессия – лучшее время, чтобы всей командой согласовать реалистичные сроки по каждой задаче. Теория рекомендует привлекать *всех исполнителей* к планированию: тогда они берут обязательства, которые сами же помогли установить, и более ответственно их выполняют.

**Документирование плана.** Результатом этой сессии должен стать **плановый документ** – будь то график или таблица. В небольших проектах часто используют таблицу с колонками: задача, ответственный, срок плановый, статус/факт выполнения. Это можно считать «живым документом» – его будут обновлять. Такой документ выполняет сразу несколько функций: служит **дорожной картой** (если там выделены основные этапы), служит **контрольным списком задач** и инструментом мониторинга. Для наглядности можно построить и диаграмму (например, временную шкалу). Классическое определение: *«дорожная карта проекта даёт ключевым заинтересованным сторонам наглядное представление о том, каких целей и результатов необходимо достичь, почему и в какие сроки»*. Именно это мы и стремимся получить на сессии 2 применительно к нашему проекту.

**Что должен сделать студент**

На проектной сессии 2 и в последующей работе студентам следует выполнить следующие практические шаги:

* **Окончательно распределить обязанности.** Ещё раз пройдитесь по всем задачам проекта (составленным ранее) и назначьте к каждой **ответственного исполнителя**. Сделайте это на коллективном обсуждении: убедитесь, что каждый участник согласен со своей нагрузкой и понимает, что входит в его задачи. Например, задача «разработка 3D-модели шасси» – ответственный Иван; задача «схема электроники и монтаж» – ответственный Мария; задача «написать алгоритм движения и прошить контроллер» – ответственный Данияр. Если какая-то задача большая, разбейте и распределите субзадачи. В итоге все участки работы должны иметь ответственных. Это не значит, что человек будет делать всё в одиночку – можно помогать друг другу, но отвечает за результат назначенный. Зафиксируйте распределение явно, например, в таблице или списке.
* **Составить список задач (Work Breakdown Structure).** Возьмите перечень задач и этапов, сделанный ранее, и разложите их в логическом порядке. Здесь вы конкретизируете план: возможно, появятся дополнительные задачи, о которых вы не думали в разделе 1. Например, «заказать детали – 5 дней», «ожидание доставки – 10 дней» (это тоже задачи/этапы). Или «написать инструкцию по эксплуатации» – вспомните про неё, если требуется. Полезно представить всё дерево работ: крупные этапы и подэтапы. Это и есть структура проекта. Совместно проверьте полноту: ничего ли не забыто? Например, предусмотрели ли время на поиск информации, на обучение новым инструментам, на написание отчёта? На этой сессии самое время добавить эти пункты в план.
* **Определить последовательность и зависимости.** Расположите задачи с учётом, что за чем идёт. Какие работы можно делать **параллельно**, а какие – только последовательно (из-за зависимости)? Например, механическую конструкцию и разработку схемы электроники можно делать параллельно частично, но печатать плату смысла нет, пока механику не собрали? Или наоборот – программировать можно начать даже до полной сборки, моделируя датчики. Продумайте, как оптимизировать время: параллельные действия между участниками увеличат скорость. Обозначьте ключевые **вехи**: точки, когда должна быть интеграция результатов. Например, механика + электроника встречаются на этапе сборки: должны быть обе готовы к тому моменту. Такие вехи отметьте особо.
* **Установить плановые сроки по каждому этапу.** Теперь главный момент – **тайм-менеджмент** проекта. Возьмите календарь от текущей даты до защиты (например, у вас осталось 3 месяца, или 15 недель). Распределите задачи во времени: примерно оцените, сколько дней/недель уйдёт на каждую. Будьте реалистичны, учитывая, что заочные студенты не могут ежедневно тратить много часов – планируйте с учётом загрузки. Лучше заложить буфер на риски (процент времени сверху). Напишите напротив каждой задачи **дедлайн** (срок завершения). Лучше привязать к номерам проектных сессий: например, «к сессии 5 – завершить сборку шасси», «к сессии 8 – начать испытания» и т.п. Если ваш учебный график говорит, что сессии идут раз в две недели, можно прямо даты поставить. Постарайтесь равномерно распределить нагрузку, чтобы к концу не осталось невыполнимого объёма. Особо отметьте дедлайн подготовки отчёта и презентации – им тоже нужно время.
* **Составить дорожную карту (схему).** На базе списка задач, вех, сроков и ответственных сделайте **визуальный план**. Это может быть диаграмма Ганта (если умеете ей пользоваться) или просто блок-схема этапов по времени. Сейчас доступно много инструментов: Excel/Google Sheets (диаграмму Ганта можно руками сделать), онлайн-сервисы (Asana, Trello – у них есть режим календаря, можно пометить задачи), или даже вручную на листе. Цель – чтобы наглядно видеть: *«в январе делаем А, в феврале – Б, к марту – В, зеленые флажки – контрольные точки, под ними фамилии ответственных»*. Дорожная карта должна быть понятна всем в команде и согласована с преподавателем (при желании, покажите ему на раннем этапе, нет ли возражений). Учтите и **ресурсный план**: например, закупки деталей должны случиться задолго до сборки; то есть на карте ставите: «заказ компонентов – до 15 февраля». Включите это.
* **Учет ресурсов и материалов.** Помимо времени, спланируйте, когда потребуются те или иные материальные ресурсы. Например, вам нужен лазерный станок для раскроя деталей – узнайте расписание его работы и когда вы сможете его использовать, запланируйте это время. Если нужен бюджет на покупку чего-то – отметьте, к какому сроку надо договориться с кафедрой о финансировании или внести свои деньги. Впишите эти моменты (пусть даже в комментариях к дорожной карте).
* **Механизм отслеживания факта.** Решите, как вы будете отмечать выполнение задач и прогресс. Частично это организационный момент (можно использовать чек-листы, доску задач). Но желательно и в самом плане помечать выполнение. Например, завести колонку «статус» или на бумажной диаграмме отмечать маркером выполненные этапы. Чётко определите: кто обновляет план и когда. Обычно менеджер проекта (ответственный) раз в неделю обновляет: что сделано, что сдвинулось. Можно обозначить, что план будет пересматриваться на определённых сессиях (скажем, после половины срока, на сессии 8, сделать ревизию плана и при необходимости перенести сроки).
* **Распределить задания на ближайший период.** После составления общей карты нужно сразу перейти к конкретике: что делаем прямо сейчас. Поэтому завершая сессию 2, команда должна раздать **конкретные поручения** каждому участнику на период до следующей сессии. Например, «Алексей – разработать 3D модель в SolidWorks, срок 2 недели; Мария – собрать макет Arduino на столе, проверить датчики; Иван – написать черновик алгоритма». Это уже детали текущего спринта. Они должны вписываться в общую карту. Обязательно убедитесь, что **каждый точно понял свою задачу, объем и срок**.

Фактически, по итогам проектной сессии 2 студент (команда) получает в руки **плановый документ – дорожную карту с расписанием и ответственными**. Это основной ориентир, по которому будет вестись работа в течение всех оставшихся сессий.

**Пример типового решения**

*Пример:* Команда из примера (Александр, Борис, Виктория) на сессии 2 собралась и составила **дорожную карту** своего проекта. Они разбили работу на этапы:

1. **Проектирование (до сессии 5):** сюда вошли задачи – разработка 3D-модели шасси (Александр), разработка электрической принципиальной схемы (Борис), алгоритм движения (Виктория). Решили, что к 5-й сессии должны иметь чертежи и схему, то есть «бумажный» проект готов.
2. **Закупка и изготовление (сессии 5–7):** задачи – заказать моторы и контроллер (Виктория, дедлайн сессия 6), вырезать детали корпуса (Александр, сессия 6), собрать раму и подвеску (Александр, сессия 7), спаять плату (Борис, сессия 7). К 7-й сессии план: платформа физически собрана без нагрузки, электроника готова, но возможно без финальной отладки.
3. **Сборка и базовое тестирование (сессии 8–10):** собрать всю систему: установить электронику на шасси (Борис, сессия 8), залить тестовый код и проверить движение по прямой (Виктория, сессия 9), отладить датчики линии на коротком отрезке (Виктория, сессия 10), механически доработать, если что-то ломается (Александр, параллельно). К 10-й сессии – робот двигается по короткому маршруту с небольшим грузом.
4. **Полноценная отладка и улучшения (сессии 11–13):** оптимизировать алгоритм обхода препятствий (Виктория, сессия 12), провести испытания с максимальным грузом (все вместе, сессия 12), выявить слабые места и укрепить конструкцию (Александр, сессия 13), окончательно настроить датчики (Борис, сессия 13). К 13-й сессии – робот удовлетворяет всем требованиям ТЗ.
5. **Подготовка к защите (сессии 14–15):** написать пояснительную записку (Виктория собирает части от всех, драфт к сессии 14, финал – к 15), подготовить презентацию (Борис отвечает за слайды с фото/видео, к сессии 15), провести пробный прогон защиты (все репетируют на сессии 14), устранить последние недочёты.

Они нарисовали **диаграмму Ганта** в Excel: по оси X – недели от января до мая, по оси Y – основные задачи. Цветными полосками отметили продолжительность задач. Например, «разработка 3D-модели» – полоска с января по середину февраля, «сборка шасси» – март и т.д. Отдельно маркерами обозначили контрольные точки: *«Чертежи готовы» (конец февр.), «Платформа собрана» (начало апр.), «Робот перевозит 5 кг» (середина апр.), «Отчёт написан» (май).* Рядом они сделали таблицу: задача – ответственный – план. Преподавателю на проверку выслали скриншот дорожной карты. Он внёс комментарии: посоветовал завершить сборку раньше (к сессии 6), оставив больше времени на отладку. Команда отрегулировала план, сдвинув некоторые задачи ближе. Также они учли **ресурсы**: Александр отметил, что мастерская для печати деталей доступна только в феврале – вписали это окно; Борис указал, что закажет платы с завода, и они будут идти 3 недели – предусмотрели в сроках.

Кроме того, на сессии 2 команда распределила **ближайшие задачи**: Александр к следующей сессии (№3) завершает эскиз рамы, Виктория – пишет псевдокод движения и делится им, Борис – составляет список деталей для заказа. Они записали эти поручения. Теперь у команды есть чёткая карта: кто, что и к какому сроку делает. Каждый участник видит свою работу во взаимосвязи с другими и с конечной целью.

**Чек-лист и пошаговые рекомендации**

* **Полнота списка задач:** Проверьте, что вы перечислили **все** необходимые задачи для выполнения проекта. Сверьтесь с требованиями: под каждое требование должна быть своя задача или этап. Загляните «в будущее»: например, после сборки робота, надо же будет написать отчёт – добавили ли вы задачу «подготовка отчёта»? Учтены ли задачи по презентации, по подготовке к вопросам? Часто забывают про такие «нематериальные» задачи. Включите их, чтобы потом не делать в спешке.
* **Назначены ответственные:** Убедитесь, что напротив каждой задачи стоит имя ответственного. Нет ли задач, висящих в воздухе? Если обнаружились «ничьи» задачи – срочно распределите. Возможно, кому-то достанется больше пунктов, но это лучше, чем совсем без ответственного. Если задача коллективная (например, тестирование лучше делать командой) – всё равно назначьте координатора этой активности.
* **Реалистичность сроков:** Посмотрите на ваш календарный план критически. Хватает ли времени на каждую задачу? Учли ли вы личную занятость (сессии, отпуск, праздники, возможные командировки)? Лучше сразу включить буферы. Например, вы планируете сборку за 1 неделю – а вдруг деталь сломается и придётся ждать замену? Добавьте резерв времени. Правило Паркинсона и студенческий опыт говорят: почти всё занимает больше времени, чем кажется. Лишний запас не повредит, а вот дефицит – опасен.
* **Последовательность работ:** Проверьте логику: не поставили ли вы телегу впереди лошади? :) Например, задача «тестирование с полной нагрузкой» должна идти после задачи «сборка шасси» – у вас так и стоит? Следите, чтобы зависимости были правильными. Если несколько задач можно делать параллельно (разными людьми) – так и пометьте, не планируйте их строго последовательно, это растянет сроки. Параллелизация – ваш друг.
* **Дорожная карта понятна ли внешнему человеку?** Попробуйте показать свой план кому-то вне команды (например, одногруппнику или другу) – поймёт ли он, что и когда вы собираетесь делать? Если да, значит карта ясная. Если нет – возможно, стоит чётче обозначить этапы и вехи. Дорожная карта – это средство коммуникации, в том числе с руководством. Хорошо оформленная карта производит впечатление, что вы контролируете проект.
* **План vs факт:** Заведите механизм учёта фактического прогресса. Уже на этом этапе решите: как будете помечать выполненные задачи? Например, в своей таблице можете добавить колонки «фактическая дата завершения» и «отклонение от плана». Когда начнёте выполнять, заполняйте. Это пригодится в дальнейшем (увидите, где отстали, где опередили). Также можно построить график прогресса (Earned Value), но для учебного проекта это избыточно – достаточно отметить процент выполнения примерно. Главное – **регулярно обновлять план**. Зафиксируйте, что, например, каждую проектную сессию 3–13 вы начинаете с того, что отмечаете: какие задачи закрыты, какие сдвигаются.
* **Гибкость плана:** Обсудите внутри команды процедуру изменения плана. Никто не застрахован от сюрпризов: вдруг вы поймёте, что недооценили сложность программирования и надо добавить ещё один этап. План можно и нужно менять при необходимости. Решите, как это будете делать: коллективно, с информированием преподавателя о значительных изменениях. Не бойтесь корректировать карту – она **не высечена в граните**, а создана, чтобы помогать. Однако все изменения должны быть осознанными: если перенесли срок – явно пропишите новый и причину.
* **Документируйте план:** Сохраните вашу дорожную карту в удобном виде и сделайте резервную копию. Если это электронный файл – пусть у всех будет доступ. Если на бумаге – сфотографируйте. Иногда команде полезно **вывесить план на видном месте** (виртуально или реально): например, прикрепить распечатку графика на стену, либо закрепить сообщение с ключевыми датами в групповом чате. Тогда все будут помнить о ближайших дедлайнах.
* **Коммуникация с преподавателем:** После составления дорожной карты целесообразно показать её преподавателю (если он не участвовал активно). Отправьте кратко: *«Мы планируем к такой-то дате сделать то-то…»* и спросите мнение. Преподаватель может подкорректировать ожидания (как в примере, где куратор посоветовал раньше закончить сборку). Лучше учесть эти правки сразу, чем потом услышать: *«Почему так поздно сделали?»*.
* **Определение контрольных точек для отчётности:** Если преподаватель требует какие-то **промежуточные отчёты** (например, техническое задание, отчёт о проделанной работе на середине семестра), включите эти точки в план. Нередко в учебном процессе бывает аттестация на середине проекта – уточните и включите: *«Написать и сдать промежуточный отчёт – к X сессии»*. Это будет ваша веха тоже.
* **Готовность к действиям:** По завершении планирования – переходите к активной фазе! У всех должны появиться конкретные задачи «на сейчас». Не откладывайте их – приступайте немедленно, по свежим следам энтузиазма. План хорош, когда он выполняется, а не лежит без движения. Поэтому следующее утро после сессии 2 каждый член команды знает, чем заняться. Если что-то мешает старту (нет материалов) – задачи на достать материалы в приоритете.

Хорошо продуманная дорожная карта экономит время и силы в дальнейшем. Вы будете всегда знать, где находитесь в проекте и что дальше. А команда, видя общую картину, работает слаженно, понимая свои роли и сроки.

**5. Проектные сессии 3–13. Промежуточные результаты работы над проектом (текущее состояние работы над проектом; трудности работы над проектом; задачи на следующий этап проектной работы)**

**Краткое теоретическое обоснование**

**Цикл промежуточных сессий.** Проектные сессии 3–13 представляют собой основную рабочую фазу проекта. В эти сессии происходит **непосредственная разработка** мобильной платформы – конструирование, программирование, тестирование, интеграция. С точки зрения управления проектом, этот период – **исполнение и мониторинг**. Команда выполняет задачи согласно плану и регулярно оценивает прогресс, решает возникающие проблемы. Очень важно наладить **ритм работы**: после каждого промежуточного периода (например, между сессиями) команда должна подводить итог: *что сделано, какие трудности возникли, что делать дальше*. Такой цикл похож на спринты в Agile: команда регулярно получает обратную связь о текущем состоянии проекта и корректирует дальнейшие шаги. Это позволяет своевременно реагировать на отклонения от плана.

**Промежуточные результаты.** В ходе работы над проектом необходимо фиксировать **промежуточные результаты**. Это могут быть черновые версии изделия (например, сначала чертежи, потом частично собранный робот), результаты тестов (например, измеренная скорость без груза, первые пробы движения), решённые технические узлы (например, собрана и протестирована схема питания). Документирование текущего состояния помогает команде и преподавателю видеть, где вы сейчас. На каждой сессии стоит представить текущее состояние: либо продемонстрировать, что уже работает, либо показать детали, чертежи, схемы, либо хотя бы рассказать о проделанной работе и её итогах. Промежуточный результат – это своего рода **контрольная точка качества**: убедиться, что всё идёт правильно. Если, например, на 7-й сессии оказалось, что робот не выдерживает требуемый вес, это сигнал пересмотреть конструкцию, не дожидаясь финала.

**Трудности проекта.** На практике почти в каждом проекте возникают **трудности**: технические (не работает датчик как ожидалось, двигатель греется, программный алгоритм нестабильный), организационные (задержка поставки деталей, участник команды заболел), коммуникационные и т.д. Промежуточные сессии предназначены для выявления и преодоления этих трудностей. Очень важно **не замалчивать проблемы**, а открыто их обсуждать на встречах. Команда должна проводить мини-ретроспективы: что пошло не так, почему возникла трудность и как её решить. Например, если «текущее состояние: шасси собрано, но платформа кренится под грузом» – трудность: неверно рассчитан центр тяжести или слабая подвеска. Решение: укрепить конструкцию, добавить опору, облегчить груз и т.д. Такой анализ проблем – часть обучения и ключ к успешному завершению. По сути, каждая трудность – это риск, материализовавшийся в проекте, и команда принимает меры (реагирование на риски). Регулярное обсуждение проблем учит студентов принципам **управления рисками и изменениями**: возможно, нужно скорректировать проект (например, сменить тип сенсора, если выбранный не справляется). Лучше делать это не хаотично, а планово, на сессиях, с участием преподавателя, чтобы он утвердил изменения.

**Планирование следующего этапа.** После оценки текущего состояния и проблем, на каждой промежуточной сессии ставятся **задачи на следующий этап**. Это как небольшое планирование спринта: исходя из того, что уже сделано и что осталось, определяются ближайшие приоритеты. Возможно, они уже были намечены в общей дорожной карте, но после проверки реальности могут меняться. Например, планом было начать тестирование, но из-за проблем с электроникой эту фазу сдвинули – значит, на следующий этап всё ещё завершаем электронику. Чёткое определение задач на ближайший период гарантирует, что команда не распылится и все знают, чем заниматься далее. В теории управления это аналог **итеративного планирования**.

**Коммуникация и отчётность.** Каждый промежуточный цикл должен завершаться небольшой **отчётностью**: внутри команды и перед руководителем. Внутри команды – все в курсе прогресса друг друга (например, через регулярные стендапы или просто через обсуждение на сессии). Перед преподавателем – предоставление отчёта о проделанной работе. Это может быть устный доклад на сессии, демонстрация или короткий письменный отчёт. Важно предоставлять **конкретные факты**: что сделано (например, "готова модель шасси и распечатаны детали"), что получилось (результаты теста, фото работающего узла), что не получилось (проблемы). Преподаватель, получая такую информацию, может скорректировать вам курс, дать совет. Рекомендуется прямо на каждой сессии фиксировать: *«промежуточный результат – ..., выявленные проблемы – ..., план на следующий этап – ...»*. Это может войти в итоговый отчёт потом (раздел «Ход выполнения проекта»).

**Что должен сделать студент**

В период с 3-й по 13-ю сессии студенты циклично выполняют такие действия:

* **Подготовка к каждой сессии – подведение итогов прошедшего этапа.** Перед очередной проектной сессией (очно или онлайн) каждый участник должен проанализировать, что ему удалось выполнить с предыдущего раза. Полезно вести **рабочий журнал**: коротко записывать после каждой недели, что сделано. К моменту встречи составьте список: какие задачи из плана выполнены, какие находятся в работе, какие не удалось выполнить и почему. Например: *«Сессия 5: выполнено – разработаны чертежи рамы и подвески; не выполнено – не успел просверлить крепления (сломалось сверло)»*. Такой честный взгляд позволит эффективно обсуждать. Если вы ответственный за задачу – будьте готовы отчитаться: **показать результат** (чертёж, программу, видео испытания и т.д.). Если что-то не готово, продумайте объяснение и варианты решения.
* **Демонстрация текущего состояния.** Во время самой сессии команда представляет текущий прогресс. Это может быть демонстрация оборудования: принести физические детали, показать как вращается мотор от батарейки, продемонстрировать фрагмент кода на экране, или даже запустить частично функционирующий прототип. Если сессия проходит онлайн – подготовьте фото, видео того, что сделано, схемы, чтобы поделиться на экране. Задача – сделать **прогресс видимым** для всех, особенно для преподавателя. Даже если некоторые вещи еще сырые, важно показать: *«У нас вот такая рама (показывают), она пока без колес, но мы проверили, что груз 5 кг держит»*. Такая демонстрация не только убеждает преподавателя в вашей работе, но и помогает вам самим увидеть проект со стороны.
* **Отчет о проделанной работе.** Помимо визуальной демонстрации, стоит кратко структурировано доложить: *сколько задач из запланированных выполнено, с каким отклонением по срокам, чему научились нового, с какими трудозатратами столкнулись*. Это похоже на мини-отчёт по проекту. Например: *«За последние две недели мы собрали шасси, на это ушло больше времени из-за необходимости перенарезать крепления. Электронику пока не начинали, отстаём от графика на одну неделю. Зато протестировали моторы – убедились, что они могут разгонять платформу до 1,2 м/с, что превышает требование»*. Такие факты показывают, где вы находитесь относительно плана. Рекомендуется держать перед глазами исходный план и отмечать на нём прогресс (как говорилось выше). На сессии можно прям показать: *«Вот наш график – мы находимся здесь, чуть позади, но догоняем»*.
* **Выявление проблем и их обсуждение.** После отчёта следует выделить **проблемные моменты**. Студенты должны открыто сказать, что даётся сложно, где нужна помощь. Например: *«Столкнулись с проблемой – контроллер перезагружается при включении моторов, видимо, просадка по питанию»*. Коллективно (с преподавателем) анализируйте причину. Может быть, нужно изменить схему, добавить конденсаторы или поменять батарею. Другой пример: *«Возникла задержка – заказанные колёса ещё не пришли, не можем продолжить сборку шасси»*. Обсудите варианты: взять временно колёса от старого робота, параллельно делать что-то ещё. Иногда проблема организационная: *«Не получается часто встречаться, работа мешает»* – тогда нужно пересмотреть коммуникационный план (например, разбиться на подгруппы). Записывайте ключевые трудности и решения, предложенные на обсуждении. Это важно, потому что через пару месяцев эти записи помогут вспомнить, как вы справлялись (и будут материалом для рефлексии).
* **Корректировка плана (при необходимости).** Если выявленные проблемы повлияли на сроки или содержание проекта, внесите изменения в план. Например, поняли, что не успеваете разработать собственную плату – решили использовать готовый контроллер; это изменяет список задач (исключает разработку платы, добавляет интеграцию готового модуля). Исправьте дорожную карту: зачеркните отменённое, добавьте новое, сдвиньте сроки. Обязательно согласуйте такие изменения внутри команды и с преподавателем. Луше в письменном виде зафиксировать: *«Изменение: пункт 4.2 (изготовление платы) исключён; вместо него – использовать Arduino Mega готовую; повлияло на бюджет (плюс 3000 руб.), но сократило время на 2 недели»*. Сохраняйте историю изменений – это покажет, как проект эволюционировал.
* **Планирование задач на следующий период.** Опираясь на обновлённое понимание ситуации, конкретно распланируйте *до следующей сессии*. Опять же, распределите **кто что делает** и **к какому сроку/результату**. Например: *«До следующей (6-й) сессии: Борис спаяет макетную плату и проверит датчики, Виктория напишет модуль управления моторами и протестирует на столе, Александр начнёт сборку каркаса с теми колёсами, что есть, и замерит просвет»*. Запишите эти задачи и ответственных. Это будут ваши краткосрочные цели. Убедитесь, что они реалистичны с учётом всех обсуждённых проблем – возможно, вы учли, что что-то займёт дольше, тогда уменьшите число задач на ближайший период, чтобы не перегружать команду. Лучше выполнить меньше, но качественно.
* **Исполнение работ между сессиями.** После встречи – снова период самостоятельной работы. Студенты должны организованно выполнять намеченные задачи. Здесь важна **самодисциплина**: заочникам сложно, потому что много отвлекающих факторов, но проект требует регулярного внимания. Хорошая практика – начинать работу над задачей сразу после сессии, пока свежи договорённости, и не затягивать до последнего дня перед следующей. Команда может договориться о **промежуточных чек-поинтах** даже между сессиями. Например, встретиться через неделю онлайн, чтобы проверить прогресс. Используйте чек-листы для самоконтроля: каждую неделю обновляйте свой список «сделано/не сделано». **Фиксируйте факты**: если что-то готово, сохраните (код – в репозитории, фото собранной детали – в облаке). Это потом поможет легко демонстрировать результаты.
* **Регулярное обновление документации.** По мере выполнения проекта не забывайте обновлять рабочую документацию: чертежи – по мере доработок, схему – если меняется, отчёт – можно писать постепенно (например, после каждой сессии добавить раздел «Выполнено»). Если будете вести отчёт по ходу, потом меньше работы останется. К тому же, это застрахует от потери деталей: например, прошёл эксперимент, запишите сразу его результат, а не полагайтесь на память.

Повторяя этот цикл от сессии к сессии, студенты доведут проект до финальной стадии. К 13-й сессии желательно, чтобы все основные технические работы были завершены, и команда могла сконцентрироваться на подготовке защиты.

**Пример типового решения**

*Пример (продолжение истории команды Александр-Борис-Виктория):* В период с 3-й по 13-ю сессии их команда придерживалась следующей схемы работы: каждые две недели (иногда чаще) они созванивались и обсуждали статус.

На **сессии 5** они доложили: механические чертежи рамы и подвески – готовы (Александр показывает распечатанные схемы), электронная схема – готова частично (Борис нарисовал силовую часть, но не решил, как разместить датчики), алгоритм – написан псевдокод (Виктория демонстрирует блок-схему). **Трудности:** выяснилось, что выбранные двигатели потребляют больше тока, чем предполагалось – драйвер мост (H-мост) греется. Борис озвучил проблему. Решили: либо ставить радиатор, либо искать другой драйвер. Преподаватель подсказал использовать готовый контроллер от электросамоката (на 20 А), чтобы не изобретать плату. Это изменило план: они решили приобрести готовый блок, хоть это и дороже. План скорректировали: исключили разработку собственного драйвера, включили задачу «адаптировать готовый контроллер». **Задачи на следующий этап:** Александр начинает вырезать детали рамы (уже можно), Борис заказывает новый контроллер и пока макетирует схему на макетной плате, Виктория пишет конкретный код для Arduino, основываясь на псевдокоде.

К **сессии 7** у них **промежуточный результат**: рама и шасси собраны, колёса установлены (Александр привёз на встречу собранную платформу без электроники – показывает, как она катается, если толкнуть; все видят физический прогресс). Электроника: контроллер получен, датчики прикреплены спереди, проводка частично сделана (Борис показывает фото внутренностей). Код: Виктория загрузила прошивку, робот может двигаться прямо и поворачивать по команде – это проверено на столе с подключёнными моторчиками (демонстрирует видео: колёса крутятся). **Трудности:** столкнулись с механической проблемой – при повороте на месте платформа вибрирует, возможно, из-за неидеальной синхронизации моторов. Также датчики линии оказались слишком высоко от пола, плохо считывают линию. Решили: опустить датчики ближе к полу, закрепить их на небольшой подвеске – Александр этим займётся. По вибрации – Виктория подкорректирует PWM сигнал, чтобы плавнее стартовал. **Отклонения от плана:** они отстают на ~1 сессию с отладкой, но пока укладываются. **Задачи далее:** к сессии 9 – закончить монтаж всей электроники на платформе, начать испытания движения по линии на короткой трассе.

К **сессии 10**: **текущее состояние** – робот собран полностью и совершает пробные поездки. Команда прямо на встрече продемонстрировала: на полу наклеена чёрная линия, робот проехал по ней с грузом 5 кг. Это огромный успех, хотя были огрехи – пару раз он сбился с линии на повороте. **Проблемы:** выявлено, что при максимальном грузе 10 кг аккумулятора хватает лишь на 5 минут движения – маловато. Также один из датчиков иногда глючит (возможно, брак). Обсудив, решают: грузоподъёмность возможно чуть снизить (не 10 кг, а 8 кг, чтоб соответствовало реальности) или добавить второй аккумулятор (но это утяжелит конструкцию). Преподаватель предлагает пойти компромиссом: для защиты показать 8 кг, указав, что для 10 кг нужна дополнительная батарея. Они соглашаются. План поправляют: вместо 10 кг – 8 кг как целевой параметр (оформят это как изменение требований). **Дальнейшие задачи:** устранить сбивание с линии – настроить ПИД-регулятор (Виктория берет эту задачу), заменить подозрительный датчик (Борис сделает), провести тест на длительность работы и решить вопрос с батареей (Александр попробует достать второй аккумулятор для параллельного включения).

Такой процесс продолжался. К **сессии 13** команда представила фактически готовый результат: робот-платформа уверенно едет по маршруту, перевозит груз 8 кг, держит заряд 15 минут. Все технические задачи выполнены. Отчетность: они представили предварительные **результаты испытаний** (таблица скоростей под разными нагрузками, видео демонстрации по полной траектории). **Проблемы на конец разработки:** в принципе решены все ключевые, остались мелкие доработки: красиво уложить провода, закрепить батареи получше, написать пользовательскую инструкцию – эти мелочи перенесли на этап подготовки к защите. **Отклонение от плана:** финальная грузоподъёмность на 20% ниже требуемой – но это принято как обоснованное изменение (преподаватель согласен). По срокам – уложились, хотя и сдвигали некоторые внутренние дедлайны.

Каждую сессию они фиксировали: что достигнуто, что ещё нет, что мешало. Это позволило им всегда держать руку на пульсе и не затягивать проблемы. В итоге к завершающим сессиям команда подошла с работающим устройством и богатым опытом совместного решения трудностей.

**Чек-лист и пошаговые рекомендации**

* **Регулярность встреч и коммуникации:** Следите, чтобы **не пропадать из виду друг у друга** между сессиями. Если между проектными сессиями длительный перерыв, инициируйте промежуточные созвоны. Никто не должен выпадать из процесса. Если кто-то из команды не выходит на связь дольше оговоренного – обратитесь, узнайте причину. Поддерживайте командный дух. В идеале каждую неделю должно быть хотя бы короткое обновление статуса в чате: что сделано, есть ли вопросы.
* **Подготовка к отчету:** Перед каждой проектной сессией тратьте время на подготовку *материалов для отчёта*. Соберите фотографии вашей работы, сделайте короткие видео экспериментов, сохраните версии схем и кода, чтобы показать. Отметьте для себя ключевые достижения, которыми гордитесь, и проблемы, на которых нужна помощь. Входить на сессию нужно подготовленным, а не вспоминать на ходу. Это производит впечатление серьёзного отношения и помогает самому лучше осмыслить прогресс.
* **Доклад кратко и по делу:** На встрече стараемся отчёт делать **структурированно**: сначала успехи (что готово), затем проблемы. Избегайте хаотичного пересказа, лучше заранее составить план отчёта. Например: *1) Конструкция: готов каркас, осталось прикрепить крышку. 2) Электроника: схема собрана, один датчик барахлит. 3) ПО: базовые функции работают, нужно улучшить повороты.* – И так и рассказывайте. Это займёт 5–10 минут, но все поймут картину. Преподаватели ценят, когда студенты понятно отчитываются, а не надо вытягивать из них информацию.
* **Честность о проблемах:** Не скрывайте недоделки и ошибки. Если что-то провалилось – признайте и предложите, как исправить. Проектный подход ценит **рефлексию на ходу**: лучше сказать *«Мы не успели протестировать это из-за того, что компонент сгорел. Мы заказали новый, к следующему разу протестируем»* – это нормально. Плохо – если вы молчите о проблеме, а она потом внезапно вскроется на защите. Преподаватель скорее поможет решить проблему, если узнает о ней заранее.
* **Протокол каждой сессии:** Ведите записи! После каждой встречи делайте краткий протокол: какие решения приняты, какие изменения плана, кто что делает дальше. Это может делать один назначенный «секретарь» команды или по очереди. Такие записи полезны: во-первых, ничего не забудете, во-вторых, пригодятся для итогового отчёта (раздел "Ход выполнения проекта" можно написать по протоколам).
* **Гибкость: перепланирование при необходимости:** Если вы видите, что план, составленный ранее, явно не выполняется, **не бойтесь его пересмотреть**. Лучше скорректировать цели (в разумных пределах), чем гнаться за недостижимым и провалить всё. Например, как ребята снизили требование по грузу – в учебном проекте это допустимо, главное аргументировать. Любые изменения согласуйте с руководителем, чтоб не было сюрпризов.
* **Управление временем:** Следите за временем как внутри командной работы, так и оставшегося до защиты. Если, скажем, уже 10-я сессия, а впереди ещё много работы – возможно, пора увеличить интенсивность (например, собираться чаще, привлекать помощь извне). Или наоборот, если всё идёт с опережением, можно добавить дополнительных «фишек» для улучшения проекта, но только после консультации с преподавателем (чтобы не тратить время на необязательное).
* **Контроль качества:** На этих этапах думайте не только о том, чтобы *сделать*, но и о **качестве выполнения**. Не откладывайте тестирование на потом – проводите его по мере готовности узлов. Например, сделали схему питания – сразу проверьте разные режимы, нагрузите, убедитесь в надёжности. Выявляйте и устраняйте проблемы качества сейчас, а не перед самой защитой. Заводите мини-чек-листы тестов: \*«проверить скорость без груза», *«проверить работу при низком заряде батареи»* и т.д., и выполняйте их.
* **Документация по ходу работы:** Начинайте оформлять отчетные материалы заранее. Например, после сессии 8 можно уже написать раздел отчёта «Конструкция и расчёты» (раз у вас уже собрана конструкция, есть о чём написать). После сессии 10 – раздел «Результаты испытаний» (первые результаты у вас уже есть). Таким образом, к финалу у вас будет почти готов отчёт, вместо того чтобы писать его в цейтноте. Также собирайте мультимедиа: фотографии процесса (понадобятся для презентации), видео испытаний (можно вставить в презентацию или на защиту показать). Чем раньше вы накопите материалы, тем легче готовиться к финалу.
* **Поддержание командного духа:** Длинная работа может вызывать усталость или выгорание. Старайтесь поддерживать **моральное состояние** команды: отмечайте успехи (даже маленькие), похвалите друг друга за проделанную работу. Если прошёл особенно тяжёлый этап – можно даже устроить мини-«празднование» (например, виртуально вместе выпить чаю с тортом по видеосвязи) по случаю того, что, скажем, робот поехал впервые. Такой позитив помогает не бросить дело на середине.
* **Общение с внешними стейкхолдерами:** Если у вашего проекта есть внешние заинтересованные лица (кроме преподавателя) – не забывайте информировать их о промежуточных успехах. Например, заказчику (если есть) можно отправить видео первого проезда робота – это укрепит доверие. Или если коллеги интересуются – поделитесь. Но, конечно, основные отчеты – преподавателю по графику.

Следуя этому чек-листу в каждой итерации, вы постепенно приведёте проект к успешному завершению, а все проблемы будут решаться «по мере поступления», не превращаясь в катастрофы накануне защиты. К концу 13-й сессии вы должны подойти с уверенным чувством, что основная работа сделана, робот функционирует, и впереди остались лишь финальные приготовления.

**6. Проектная сессия 14. Подготовка к защите проекта**

**Краткое теоретическое обоснование**

**Предзащита и финальная шлифовка.** Проектная сессия 14, как предпоследняя, посвящена подготовке к финальной защите. Фактически, это **этап завершения проекта** – времени на большие изменения уже нет, но нужно привести всё в порядок и подготовить презентацию результатов. В профессиональном проектном управлении этот этап соответствует **закрытию проекта**: проводятся заключительные проверки качества, оформляются итоговые документы, готовится передача результата заказчику. В учебном контексте «заказчик» – аттестационная комиссия или преподаватель, а передача результата – это **защита проекта**.

**Завершение работ и тестирование.** К сессии 14 все ключевые технические работы должны быть закончены. Основное внимание уделяется финальному **тестированию** и доводке. Теория качества гласит, что перед сдачей проекта нужно убедиться в полном соответствии результата целям и требованиям. Студенты должны провести комплексную проверку своей мобильной платформы: испытать её во всех режимах, подтвердить выполнение всех функций. Это как генеральная репетиция перед показом. Выявленные мелкие недостатки (люфт, незакрепленный провод, баг в коде) необходимо устранить. Тут пригодятся ранее составленные критерии и чек-листы: пройтись по каждому требованию и проверить, выполнено ли оно. Например: *«Максимальная скорость достигнута? Да, измерили – 1,2 м/с, норма 1 м/с, ок»*. Также важно обеспечить надежность: робот должен стабильно работать не разово, а хотя бы несколько раз подряд без сбоев. Если что-то вызывает сомнения (например, перегрев компонента) – либо заменить, либо придумать workaround (охлаждение, паузы). Всё это делается на этапе подготовки, а не оставляется на импровизацию при защите.

**Итоговая документация.** Второй аспект – окончательное оформление всех документов: **пояснительной записки (отчёта)**, технической документации (схемы, чертежи), **презентации**. К сессии 14 у студентов, как мы советовали, уже должна быть черновая версия отчёта. Её нужно отредактировать: проверить структуру (введение, описание, результаты, выводы), убрать лишнее, добавить недостающее (например, раздел анализ проблем и путей их решения). Хорошим тоном является включить в отчёт сведения о достигнутых параметрах и сравнении с изначальными целями. Преподаватель на этой сессии может просмотреть черновик отчёта и дать правки. Что касается **презентации**, теоретически это аналог подготовки *финального отчёта заказчику* – концентрированная и наглядная форма подачи результатов. Есть определённые правила хорошей презентации: логичная структура, минимум текста, больше графики, демонстрация результатов. Нужно продумать слайды: обычно включают — постановка проблемы, цель, этапы работы, устройство решения (схемы, фото робота), характеристики достигнутые, видео демонстрации, выводы и, возможно, перспективы. Студенты должны помнить, что защита – это не только техническое мероприятие, но и **коммуникационное**: нужно **убедить** комиссию, что проект успешно выполнен и цель достигнута. Поэтому презентация должна подчёркивать успехи проекта и качественно подготовлена.

**Репетиция защиты.** Существенная часть подготовки – **тренировка выступления**. Часто недооценивают этот момент, а зря: умение чётко изложить свою работу за отведенное время – это тоже навык. На сессии 14 полезно провести *репетицию защиты* (что-то вроде внутренней предзащиты). Команда может выступить перед преподавателем, либо просто друг перед другом, в роли комиссии. Репетиция выявляет слабые места презентации: где непонятно, где долго, где не хватает иллюстрации. Теория обучения подтверждает, что такая пробная презентация сильно повышает качество финального выступления. Можно сымитировать **вопросы комиссии**: например, один из студентов задает другому вопрос от лица эксперта («Почему вы выбрали именно этот датчик, а не другой?») – и проверить, готов ли ответ. Это помогает снять нервозность и подготовить ответы на очевидные вопросы заранее.

**Последние организационные приготовления.** К подготовке также относятся всякие оргмелочи: проверить, работает ли презентация на ноутбуке, заряжены ли аккумуляторы у робота, не забыты ли необходимые кабели, переходники, подготовлены ли раздаточные материалы (если нужны). Как правило, в спешке перед самой защитой это забывается, поэтому на сессии 14 надо сделать **список того, что взять на защиту**: робот, пульт (если есть), зарядное устройство, запасной аккумулятор, ноутбук с презентацией (и копия на флешке), видеофайлы (на случай если демонстрация пойдёт не так), инструменты (отвёртка, скотч – вдруг что-то подкрутить), экземпляры отчёта для комиссии (если требуется). Такое планирование избавит от форс-мажоров в день защиты.

**Что должен сделать студент**

В процессе подготовки к защите на проектной сессии 14 студенты выполняют следующие конкретные действия:

* **Полное тестирование проекта.** Проведите всесторонние испытания готовой мобильной платформы. Протестируйте её в условиях, максимально приближенных к тем, которые будут на демонстрации: например, если защита в аудитории – попробуйте проехать роботом по аудитории, убедитесь, что покрытие пола подходит, освещение не мешает сенсорам и т.д. Испытайте все режимы: движение вперёд/назад, повороты, остановка, работа с грузом. Заполните финальный **чек-лист проверки**: 1) Функции выполнены: да/нет; 2) Параметры соответствуют: да/нет; 3) Надёжность: прошёл X циклов без сбоев. Любые выявленные недочёты – исправьте. Например, если заметили, что винтики разболтались – затяните, добавьте гайки-гроверы. Если код даёт редкий сбой – постарайтесь поймать и устранить (или написать скрипт перезапуска на случай сбоя). Проверьте **безопасность**: не перегревается ли ничего, нет ли оголённых проводов, могущих замкнуть. Помните, на защите не должно случиться неожиданности, которую можно предотвратить. Составьте план реакции на непредвиденное: а что если робот не поедет? Например, приготовьте заранее **видео** удачного прогона – на случай если в аудитории что-то пойдёт не так, вы покажете видео как резерв.
* **Окончательное оформление пояснительной записки (отчёта).** Соберите воедино весь текст отчёта. Проверьте, что структура соответствует требованиям (загляните в методичку или стандарт оформления, если есть). Обычно отчёт включает: титульный лист, аннотацию, содержание, введение (проблема, цель, обзор аналогов), основную часть (описание разработки: методы, расчёты, описание конструкции и ПО), экспериментальную часть (результаты тестирования), экономический или иной анализ (если требовалось), выводы, список литературы, приложения (чертежи, схемы, код). Убедитесь, что **выводы** написаны – они часто забываются. Выводы должны отражать, достигнута ли цель проекта, и кратко резюмировать результаты. Желательно упомянуть, какие проблемы удалось решить и какие перспективы. Проверьте язык и стиль: отчёт должен быть грамотным, без разговорных фраз. Исправьте опечатки, оформите единицы измерения, подпишите все рисунки и таблицы. Если возможно, дайте преподавателю просмотреть черновик – он укажет на недочёты. Учтите эти правки. Подготовьте отчет к печати, если требуется, или к электронному представлению.
* **Подготовка презентации.** Создайте презентацию (слайды) для выступления. Определите **структуру презентации**: обычно 8–12 слайдов на 10-15 минут. Например:
  1. Титульный (название проекта, авторы).
  2. Актуальность проблемы (почему задача важна, кратко).
  3. Цель и задачи проекта.
  4. Основные технические решения (например, схема платформы, архитектура системы управления).
  5. Ключевые моменты разработки (может быть, процесс сборки в фото, интересно показать динамику).
  6. Достижения: характеристики итогового устройства, чем они подтверждены (например, *«скорость 1,2 м/с (измерено), груз 8 кг (реально перевезено)»*).
  7. Демонстрация: фото/видео робота в действии.
  8. Выводы (удалось/не удалось, чему научились, перспектива использования).  
     Можно разбить иначе, но главное – логичность и акцент на результатах. Разместите на слайды больше **визуальной информации**: фотографии вашего робота (до и после сборки), фрагменты чертежей, графики, схемы. Текст – только тезисно и крупно, не более 3-4 буллетов на слайд. Используйте шрифты читабельные. Продумайте оформление: можно в корпоративном стиле университета или нейтральном техно-стиле. Не перегружайте анимацией. Вставьте видео (если планируете показывать) – убедитесь, что оно встраивается, либо будет отдельным файлом.  
     Разделите, кто какой слайд комментирует: возможно, каждый участник расскажет свою часть (например, конструктор – о механике, программист – о ПО). Это хорошо демонстрирует командную работу.
* **Распределение ролей на защите.** Решите внутри команды, **кто будет выступать** и как. Возможны варианты: либо один человек (например, руководитель) делает основной доклад, а остальные дополняют и участвуют в ответах на вопросы; либо делите доклад на части и каждый рассказывает свою. Второй вариант лучше, так все получат слово и покажут компетентность. Но нужно строго согласовать время и переходы, чтобы не было пауз. Например: *«Слайд 1-3 – рассказывает Аня, 4-6 – Борис, 7-8 – снова Аня»*, если Аня – лидер проекта, она берет начало и конец. Репетируйте переход фраз: *«Слово передаю коллеге…»*. Обязательно все члены команды должны быть готовы отвечать на **вопросы** по своей части работы. Преподаватель может на сессии 14 сыграть роль оппонента и позадавать вопросы – используйте это. Также распределите, кто будет **показывать демонстрацию** робота. Например, пока один говорит, другой может настраивать робот для показа. На защите важно не суетиться: назначьте, к примеру, одного человека ответственным за технику (включить робот, поставить на старт) во время демонстрации, чтобы докладчик не отвлекался.
* **Репетиция выступления.** Проведите хотя бы одну полную репетицию: проговорите вслух весь доклад с таймером. Отрепетируйте **временной регламент**: если дается, скажем, 10 минут, уложитесь. Лучше натренироваться на 8-9 минут, чтобы был запас. Отметьте, где нужно говорить короче или, наоборот, можно добавить пояснение. Репетиция выявляет слова-паразиты, неясные места – исправьте их. Если возможно, запишите себя на видео или диктофон и послушайте/посмотрите – это поможет улучшить подачу. Обратите внимание на **ясность речи**: не слишком быстро, громко, чётко. Если кто-то говорит тихо – пусть потренируется повышать голос. Если кто-то сбивается от волнения – лучше выучить ключевые фразы. Тренируйте и демонстрацию: кто что делает, когда запускает робота. Договоритесь о сигналах, например: докладчик говорит «А сейчас мы продемонстрируем…», в этот момент техник включает питание. Репетируйте это, чтобы на защите выглядело слаженно.
* **Финальная проверка материалов и оборудования.** Сделайте чек-лист перед самой защитой (его лучше составить на сессии 14 и потом по нему собираться). В список может входить:
  1. Презентация файлом (проверена на компьютере, совместимость, видео встроено и работает). И копия на флешке на случай чужого ПК.
  2. Отчёт распечатанный (если нужно сдавать) – правильное количество экземпляров, подписан ли научруком (если требуется).
  3. Робот-платформа – исправность проверена в день защиты, батареи заряжены на 100%, тумблер питания выключен при транспортировке.
  4. Пульт или ноутбук для управления (если нужен) – протестировано соединение.
  5. Кабели, зарядники – взять все, что может понадобиться.
  6. Инструменты: отвёртка, запасные винты, изолента – вдруг на месте что-то открутилось при перевозке.
  7. Демонстрационный груз (если нужно показать с грузом – не забудьте сам груз или его имитацию).
  8. Раздаточные материалы для комиссии: например, буклет или краткое описание (если принято).
  9. Внешний вид выступающих: продумайте, нужно ли официальный стиль одежды (обычно да, деловой стиль приветствуется).
  10. Вода и салфетки: докладчику может пересохнуть горло, лучше иметь бутылку воды под рукой. Салфетки – протереть робота перед показом, руки и т.п.

Это, казалось бы, мелочи, но их готовность снимает лишний стресс.

Выполнив всё вышеперечисленное на сессии 14, студенты будут максимально готовы к финальному выступлению. У них будет уверенность, что проект в порядке, документы в порядке, выступление отрепетировано и никаких сюрпризов не произойдет.

**Пример типового решения**

*Пример:* Команда (Александр, Борис, Виктория) подошла к предпоследней сессии с работающим роботом. На **сессии 14** они устроили **пробную защиту** перед своим преподавателем. Сначала Александр и Виктория показали робот в действии: на площадке в коридоре робот проехал по чёрной линии, остановился в точке назначения – всё как планировали. Это заняло 1 минуту. Затем в аудитории они включили презентацию. **Презентация** у них состояла из 10 слайдов. Виктория начала: представила тему, команду, кратко проблему (ручной труд по переноске грузов) и цель проекта. Затем слово взял Александр: он рассказал про конструкцию платформы, показал 3D-модель на слайде, фотографии процесса сборки, перечислил основные компоненты (моторы, рама из алюминия и т.д.). Далее Борис объяснил систему управления: схема подключения датчиков, контроллера, алгоритм движения (в виде блок-схемы на слайде). Затем Виктория озвучила **результаты**: мол, робот достиг таких-то параметров (вывела таблицу: план/факт – грузоподъемность план 10 кг, факт 8 кг; скорость план 1 м/с, факт 1,2 м/с; автономность план 10 мин, факт 15 мин – и зеленым отметили где достигли, желтым где частично). Она пояснила причину отклонения по грузу (решение комиссии – ограничить для надежности). После этого они вставили **видео**: на слайде нажали, пошло короткое видео, как робот ездит (на случай, если бы живой показ не удался). Завершила Виктория выводами: проект успешно выполнен, платформа может применяться для оптимизации внутризаводской логистики; команда приобрела навыки конструирования, программирования; в перспективе можно добавить функцию лифта для груза – эти мысли тоже изложили.

Преподаватель прослушал, отметил, что презентация информативная. Он дал несколько **рекомендаций**: сократить рассказ о проблеме (т.к. и так понятно, лучше больше времени уделить достигнутым характеристикам). Также посоветовал на слайде с результатами явно написать «Цель достигнута» или что-нибудь в этом духе. Ребята это записали. По говорению: Александр немного мялся с речью – преподаватель посоветовал ему выучить пару предложений связок, чтобы увереннее было. Борис несколько раз сказал жаргон («мозги робота» вместо «контроллер») – преподаватель указал поправить на научный стиль. Все эти мелочи команда приняла к исправлению.

Они также совместно составили **список на защиту**: взять: сам робот + зарядник; запасной аккумулятор; ноутбук с презентацией + видео; флешка с копией презентации; отвёртки; отчёт (3 экз. переплетенных); путевой лист испытаний (они приложили данные испытаний как приложение – его тоже распечатать для комиссии). Виктория проверила, что видео вставлено и запускается на универсальном ПК. Александр наметил, что оденет рубашку и брюки, Борис – тоже деловой стиль, Виктория – блузку и юбку (решили выглядеть официально).

До дня защиты оставалась примерно неделя. За это время они учли все правки: доработали презентацию (подчеркнули **вывод: цель проекта достигнута, робот-носильщик готов**), прошли ещё несколько раз прогон речи. Каждому дали блок вопросов для подготовки ответов:

* Александру – возможны вопросы по механике (например, *«почему выбрана такая колёсная формула?»* – он подготовил ответ).
* Борису – по электронике (например, *«как реализована система слежения за линией?»*).
* Виктории – по ПО и общему управлению проектом (например, *«какие методы использовались при настройке ПИД-регулятора?»*).  
  Они вместе подумали и составили пул потенциальных вопросов, потренировались отвечать.

В день защиты команда явилась во всеоружии: робот работал, презентация ладная, каждый знал свою роль. Такая тщательная подготовка на сессии 14 дала им уверенность и спокойствие перед финальным выступлением.

**Чек-лист и пошаговые рекомендации**

* **Финальная проверка технических требований:** Возьмите список требований/целей вашего проекта и проставьте напротив каждого: выполнено или нет. Если что-то не выполнено, есть ли обоснование почему? Готовы ли вы это пояснить на защите (например, «исходя из соображений безопасности решили ограничить скорость»). Желательно, чтобы невыполненных не осталось, но если есть – придумайте, как презентовать это не как провал, а как осознанное решение/особенность.
* **Испытания в условиях защиты:** Если возможно, посетите помещение, где будет защита, заранее и протестируйте там свой робот. Иногда неожиданно всплывают нюансы: покрытие пола сильно отличается (скользко/липко), освещение мешает сенсорам и т.п. Лучше знать это до, чтобы скорректировать (может, поменять настройки датчиков). Если такая возможность (репетиция на месте) отсутствует, то хотя бы узнайте параметры: размер комнаты, есть ли розетка, интернет (если надо), проектор и его разъёмы. Например, чтобы понимать, брать ли свой ноутбук или файл сдать организаторам.
* **Качество отчёта:** Прочитайте финальный отчёт **чужими глазами**: всё ли логично, нет ли противоречий? Проверьте оформление по требованиям (ГОСТ или методички). Часто смотрят оформление списка литературы, наличие ссылок – если требовалось, убедитесь, что всё на месте. Отчёт – это официальный документ, относитесь к нему серьёзно. Не забудьте сделать титульный лист с необходимыми подписями (руководителя, если нужно). Лучше подготовить 1-2 запасных экземпляра, если кто-то из комиссии не получил.
* **Слайды читабельность:** Просмотрите презентацию с расстояния, убедитесь, что надписи крупные и контрастные. Удалите лишние слова – краткость. Добавьте, если не хватает обозначений: например, на фото робота можете стрелками подписать основные узлы (чтобы членам комиссии было понятно, где что). Помните, презентация должна **дополнять** ваш рассказ, а не дублировать текст отчёта. И визуально подчеркнуть сильные стороны проекта (показать красивые фото устройства, график успешных тестов и т.д.).
* **Распределение времени в докладе:** Если несколько докладчиков, следите, чтобы каждый уложился в свою часть. Нет ничего хуже, чем когда первый спикер долго говорил, а последнему – нет времени. Поэтому тренируясь, проверяйте хронометраж. Если кто-то слишком развернуто говорит – помогите ужать. Можно установить таймер на телефоне во время репетиции. Также договоритесь о **сигналах**: допустим, за 2 минуты до конца времени один из вас подаёт знак (словесно или жестом), чтобы завершали. Это полезно.
* **Q&A подготовка:** Соберите командой возможные **вопросы** и подготовьте ответы. Вспомните, какие сложности были – наверняка спросят: *«Почему у вас грузоподъёмность меньше?»*, *«Как вы решили проблему X?»*. Также могут спросить про перспективы: *«Как можно улучшить вашу платформу?»* – имейте идею (например, *«добавить модуль навигации, чтобы следовала не по линии, а по картам»*). Могут спросить, чему вы научились – будьте готовы сказать пару личных инсайтов. Разделите, кто на что отвечает: лучше пусть отвечает тот, кто этим занимался. Если вопрос общий, отвечает кто-то один (чаще руководитель команды, если выделен). Потренируйтесь отвечать без заминки. Хороший способ – **игра в экзаменатора**: один задаёт каверзный вопрос, другой сходу отвечает. Это снимает страх.
* **План действий при демонстрации:** Если вы показываете робот живьём, продумайте: где будет трасса или маршрут, нужны ли отметки на полу, кто запускает, что делаете если (не дай бог) робот едет не туда – будете ли его ловить. Иногда лучше ограничить демонстрацию, чем ставить на кон всё. Например, показать только небольшое движение, если есть риск сбоя на длинной дистанции. В любом случае, иметь **видео** – обязательно как запасной вариант. И продумайте комментарий: во время демонстрации нужно что-то говорить, объяснять, что происходит. Не молчите, пока робот едет – расскажите комиссии, что они видят (*«Сейчас платформа следует по линии, вот она обнаружила поворот...»*). Это вовлекает и показывает, что вы контролируете процесс.
* **Финальные оргмоменты:** За день до защиты, соберите все вещи по своему списку. Зарядите технику. Сделайте несколько копий презентации (в разных форматах PDF/PPT – вдруг на компьютере комиссии какие-то шрифты не отобразятся, PDF как резерв спасёт). Договоритесь с командой, во сколько и где встречаетесь в день защиты, чтобы всё подготовить. Лучше прийти заранее (за 30-60 минут) – настроить презентацию, выставить робота, разложить отчёты. Это снимет суету.
* **Отдых и настрой:** Накануне постарайтесь выспаться – свежая голова поможет лучше выступить. Поддержите друг друга психологически: напомните, сколько вы уже сделали – осталось только хорошо показать! Боевой командный дух очень важен. Если кто-то сильно волнуется – успокойте: вы же команда, подстрахуете друг друга. Мысленно пробегитесь по докладу, но не переживайте – вы подготовлены.

Сессия 14 – это время последнего рывка в подготовке, и если всё сделано, к финальной защите вы подойдете уверенно. Помните поговорку: *«Тяжело в учении – легко в бою»*. Вы уже «проучились» на репетиции, значит на самой защите всё пройдет гладко.

**7. Проектная сессия 15. Защита проекта. Подведение итогов работы. Рефлексия участников**

**Краткое теоретическое обоснование**

**Финальная защита.** Проектная сессия 15 – кульминация всей проектной деятельности: **защита проекта**. Это учебное событие, в ходе которого команда представляет результаты своей работы комиссии или преподавателю, отвечает на вопросы и получает оценку. С точки зрения проектной деятельности, это эквивалент **сдачи проекта заказчику** и презентации достигнутого. Также это момент **подведения итогов**: сравнения целей и результатов, анализа проделанной работы. Для студентов защита – возможность продемонстрировать не только работающий продукт, но и приобретённые компетенции: умение работать в команде, решать инженерные задачи, презентовать проект.

**Проведение защиты.** Обычно защита проходит в регламентированном формате: команда делает доклад с демонстрацией (например, 10-15 минут), затем комиссия задаёт вопросы, после чего участники удаляются или заканчивают, а комиссия выносит оценку. Важно понимать, что на защите оценивается не только технический результат, но и **умение его преподнести и осмыслить**. Поэтому успешная защита – это сочетание качественно выполненного проекта и уверенной презентации. Поскольку основная подготовка проведена заранее (см. сессию 14), теоретически на самой защите студентам остается **следовать плану выступления** и показывать лучшее, чего они достигли.

**Подведение итогов работы.** После завершения официальной части (выступления и вопросов) и получения оценки, полезно провести **разбор полётов** – обсудить итоги проекта внутри команды, вместе с руководителем. В методической литературе это называется **рефлексия** – анализ собственного опыта. Рефлексия позволяет закрепить уроки, извлечённые из проекта: что получилось особенно хорошо, какие навыки приобрели, какие трудности преодолели и как. Также важно отметить, какие ошибки были сделаны и как их избежать в будущем. Для учебного процесса рефлексия – ключевой этап, т.к. цель проектной деятельности не только получить результат, но и научиться. Часто рекомендуют специальные упражнения для рефлексии: например, каждому члену команды ответить на вопросы: *«Что я сделал? Что узнал нового? Что было самым сложным? Что бы сделал иначе? Что было самым интересным?»*. Такой анализ может быть оформлен письменно (например, в конце отчёта или отдельным отзывом) или устно на совместном обсуждении.

**Обратная связь и оценка.** Итоги работы включают и **оценку комиссии**: стоит внимательно выслушать, что скажут члены комиссии, какие замечания и советы дадут. Это ценный внешний взгляд. Даже если оценка отличная, наверняка будут рекомендации («можно улучшить то-то»). Их можно записать – возможно, пригодится, если вы планируете продолжать проект (например, превратить в стартап или использовать в дипломе). Если же какие-то цели не были достигнуты, важно осознать причины: объективные (нехватка времени, ресурсов) или субъективные (где-то просчёт, неправильный подход). Осмысление этого – часть обучения.

**Завершение проекта и отдых.** После защиты проект считается завершённым. Команде следует провести **закрытие проекта**: это можно отметить неформально (порадоваться вместе окончанию, поблагодарить друг друга за сотрудничество). Если проектный результат будет дальше использоваться (например, робот останется в лаборатории для демонстраций), нужно его передать ответственным лицам, возможно, написать небольшое руководство пользователю. Но в целом, наступает точка, когда можно сказать: «Мы сделали это!». Завершая проект, команда может также составить список рекомендаций для следующих поколений студентов, если это в практике кафедры. И не забыть собрать портфолио: сохранить презентацию, фото, видеозапись защиты, чтобы иметь доказательство своей работы (это может пригодиться в профессиональной биографии).

**Что должен сделать студент**

В финальной 15-й сессии (защите проекта) и сразу после неё студенты выполняют такие действия:

* **Чётко и уверенно презентовать проект.** Во время защиты придерживайтесь намеченного сценария выступления. Говорите ясно, не торопитесь, следите за реакцией комиссии. **Демонстрацию** проведите так, как отрепетировали. Если что-то пошло не по плану (например, робот вдруг повёл себя иначе), не паникуйте – спокойно поясните, что происходит, и перейдите к следующему пункту (или покажите видео). Ваше хладнокровие в таких ситуациях тоже плюс. **Вкладывайтесь в регламент** – уложиться во время очень важно. Лучше чуть короче, чем дольше: комиссия не любит переборов. Следите за временем, если видите, что надо ускориться – пропустите какие-то второстепенные детали, сконцентрируйтесь на главном.
* **Покажите командность.** Во время доклада и ответов на вопросы демонстрируйте, что вы – слаженная команда. Поддерживайте друг друга: например, если один отвечает и запнулся, другой может тактично добавить или помочь. Но важно не перебивать и не спорить друг с другом перед комиссией – любые разногласия надо было решать раньше. На защите вы выступаете единым фронтом. Возможно, кто-то из членов комиссии адресует вопрос конкретному человеку – тогда отвечает он. Если вопрос общий, можно распределить: например, *«Позвольте, я начну отвечать, а коллеги дополнят»*. Такое взаимодействие показывает культуру командной работы.
* **Будьте готовы к любым вопросам.** На защите могут спросить не только про ваш проект, но и по смежным областям – чтобы проверить кругозор. Не теряйтесь, если не знаете точного ответа. Принцип: отвечайте по существу насколько можете, не бойтесь признать, если чего-то не знаете, но попробуйте рассуждать. Лучше сказать: *«Мы глубоко не изучали этот вопрос, но предположительно…»* и выдать логичное предположение. Важно показать понимание основных принципов, а не просто выученные детали. Особенно касается теоретических вопросов (по физике движения, электронике и т.п.). Отвечая, будьте вежливы, не перебивайте члена комиссии, даже если кажется, что поняли вопрос раньше – дослушайте до конца.
* **Принятие оценки и выводов комиссии.** После вопросов комиссия, как правило, обсуждает оценку (иногда при вас, чаще без). Когда объявят результат – примите его достойно. Если оценка высокая, не проявляйте излишней радости или самодовольства, просто поблагодарите. Если вдруг оценка ниже ожидаемой – тоже поблагодарите за внимание и учтите замечания, не спорьте и не выясняйте на месте (в учебном контексте это редко уместно). Помните, сама оценка – это лишь число, главное то, что вы вынесли из проекта. Постарайтесь получить **качественную обратную связь**: какие сильные стороны отметила комиссия, какие недостатки указала. Например, могут сказать: *«Проект выполнен отлично технически, но оформлен отчет слабовато»*. Это сигнал, на что обратить внимание в будущем.
* **Выражение благодарности.** В конце защиты нередко принято благодарить руководителей, комиссию. Можно в речи заключительной сказать: *«Спасибо нашему руководителю и всем, кто помогал, за ценные советы…»*. Это создаёт позитивное впечатление. Также поблагодарите членов команды друг друга публично (например: *«Хочу отметить вклад каждого члена нашей команды…»*). Комиссия видит таким образом, что атмосфера в команде была рабочая и уважительная.
* **Рефлексия для себя.** После официальной части соберитесь командой (в тот же день или на следующий) и проведите **рефлексию**. Можно устроить небольшой пост-проектный разбор: свободно обсудить, как всё прошло. Каждый пусть поделится своими ощущениями: что далось труднее всего, что наиболее ценного вынес. Например, один может сказать: «Я раньше не умел планировать время, а этот проект заставил меня дисциплинироваться». Другой: «Я поборол страх публичных выступлений». Обсудите, соответствовал ли результат ожиданиям. Это тоже момент истины: воплотилось ли то, что задумывали? Если нет, почему? Без обвинений, а с точки зрения процесса. Такая беседа помогает закрепить опыт. Можно использовать приём **«заверши фразу»** для рефлексии: *«В ходе проекта я научился…», «Самым полезным для меня было…», «Больше всего запомнилось…», «Если бы начал заново, я бы…»*. Каждый по очереди пусть выскажется. Это создаст осознанность своих достижений и ошибок.
* **Документирование уроков.** Если это практикуется, хорошо бы зафиксировать ключевые выводы. Например, написать короткий **отчет о выполнении проекта с выводами**. Некоторые программы просят "отчет по проделанной работе" – собственно, пояснительная записка это и есть. Но сюда же можно добавить личные рекомендации: например, *«Необходимо закладывать больше времени на тестирование, т.к. в нашем проекте оно заняло 30% времени вместо планированных 15%. Будущим командам советуем…»*. Такие советы могут передаваться следующим студентам, либо просто хранятся для развития образовательной программы. В любом случае, вам самим полезно резюмировать: 2-3 главных урока. Можно вписать их в заключение отчёта или дневник практики, если есть.
* **Оформление завершающих формальностей.** После защиты убедитесь, что вы сдали все требуемые материалы. Например, часто надо передать один экземпляр отчёта на кафедру, файлы – залить в электронную базу, изделие – передать на хранение. Узнайте у преподавателя, что будет с вашим роботом: если его планируют использовать, возможно, вас попросят оставить инструкцию. Выполните все такие просьбы. Если у вас на руках оставались какие-то материалы (инструменты, неиспользованные компоненты, деньги из бюджета) – верните или доложите о них. Завершение проекта подразумевает «разбор лагеря» – всё разложить по местам.
* **Отпраздновать успех.** Наконец, после напряжённой работы и успешной защиты нужно **отпраздновать**! Команда может собраться в неформальной обстановке – сходить в кафе или устроить онлайн-вечеринку, если география мешает. Отметьте достижения друг друга, сделайте памятные фотографии с вашим роботом, разошлите их в соцсети (похвастаться тоже не грех, вы проделали большую работу). Такой эмоциональный финал закрепит приятные воспоминания о проекте и командной работе. Это важно для поддержания мотивации в дальнейшей учёбе и карьере.

**Пример типового решения**

*Пример (завершение истории команды):* Настал день защиты, команда уверенно выступила перед комиссией. **Доклад** прошёл гладко: уложились в 7 минут. Робот при живой демонстрации слегка сбился с линии на одном повороте, но Борис быстро поправил его руками и Виктория прокомментировала: *«При нестандартном освещении датчик сработал неправильно, но в обычных условиях этого не происходит»*. Комиссия не придала большого значения этому эпизоду, так как видео показало идеальную поездку. **Вопросы** были такие: *«Почему решили использовать именно ультразвуковые датчики для препятствий, а не инфракрасные?»* – Александр ответил, что пробовали ИК, но ультразвук надёжнее в условиях освещения; *«Как реализовано распределение нагрузки между моторами?»* – Борис рассказал про контроллер и то, как оба мотора работают синхронно; *«Есть ли расчет экономической эффективности?»* – Виктория призналась, что экономику детально не считали, но качественно отметила, что робот окупится заменой ручного труда через примерно год (привела примерную оценку). Эти ответы удовлетворили комиссию.

В итоге комиссии объявила оценку **«отлично»** и особо похвалила команду за слаженность в ответах и качественную демонстрацию. Преподаватель добавил, что будет рекомендовать продолжить работу над проектом в формате научной работы, возможно – подать на студенческий конкурс. Они поблагодарили комиссию за внимание и руководителя – за поддержку.

**Чек-лист и пошаговые рекомендации**

* **Во время защиты:**
  + **Спокойствие и позитив:** Перед началом доклада сделайте несколько глубоких вдохов, настройтесь. Помните: вы знаете о своём проекте больше, чем кто-либо в зале – вы эксперты в нём, это ваше преимущество. Улыбнитесь (в меру) – доброжелательный настрой располагает комиссию.
  + **Контакт с аудиторией:** Во время выступления смотрите на членов комиссии, не утыкайтесь в экран или листок. Если есть возможность, указкой/лазером показывайте на слайдах/роботе важные элементы. Взаимодействуйте: *«Обратите внимание на…»*, *«Как вы можете видеть на видео…»*. Это удерживает внимание слушателей.
  + **Четкость демонстрации:** Когда показываете робот, убедитесь, что всем видно. Если нужно, поднимите или подойдите ближе к столам комиссии. Комментируйте происходящее. Если (вдруг) демонстрация вовсе не удалась, не заостряйтесь, переходите к видео/слайдам: *«К сожалению, из-за [такой-то причины] сейчас не получилось, но на видео (слайде) видно, что обычно работает…»*. Не извиняйтесь слишком много, просто спокойно констатируйте.
  + **Внимание к вопросам:** Слушайте вопрос до конца, не перебивайте. Если не расслышали или не поняли – переспрашивайте вежливо: *«Правильно ли я понял вопрос: вы спрашиваете о…?»*. Это лучше, чем ответить невпопад. Берите короткую паузу на обдумывание при необходимости – это нормально.
  + **Конструктивность ответов:** Отвечая, будьте лаконичны и по сути. Если вопрос сложный, разбейте ответ на пункты. Демонстрируйте уверенность: *«Мы решили так-то, потому что…»*. Избегайте фраз типа «наверное», «может быть» – либо знаете, либо преподносите гипотезу как предположение, но логично обоснованное.
  + **Поведение при критике:** Если кто-то из комиссии критикует аспект проекта, не воспринимайте в штыки. Согласитесь с уважением, если это оправдано: *«Да, действительно, наш робот пока не оснащён лидаром, это ограничивает навигацию. Это направление для дальнейшей работы.»*. Или объясните, почему сделали иначе: *«Мы рассматривали этот вариант, но отвергли из-за…»*. Ключевое – не спорить агрессивно, а показать рассудительность.
* **После защиты (итоги):**
  + **Получение оценки:** Убедитесь, что вы узнали вашу оценку официально. Если принято – заберите рецензию или отзыв комиссии (иногда их готовят заранее).
  + **Обсуждение с руководителем:** Как только можно, поговорите с преподавателем-куратором. Спросите его мнение о том, как прошла защита, какие сильные/слабые стороны отметил. Это более неформально, чем на комиссии, и он может дать дельные советы на будущее.
  + **Командная рефлексия:** Не откладывайте рефлексию – пока свежи впечатления, соберитесь. Даже если нет возможности лично, созвонитесь онлайн, чтобы обсудить. Проект длился долго, эмоций накопилось – важно их выразить. Можно использовать предложенные вопросы: *«Сегодня на защите я почувствовал…»*, *«Самым ценным в проекте считаю…»*. Это сплотит вас даже после завершения работы и поможет лучше понять приобретенный опыт.
  + **Личная запись опыта:** Рекомендуется каждому студенту лично зафиксировать для себя уроки проекта. Например, в дневнике или портфолио написать: *«Проект ‘Разработка мобильной платформы’ – что я делал, чему научился, с какими трудностями столкнулся и как преодолел, итоговый результат.»* Это пригодится при составлении резюме или при поступлении дальше, а также просто структурирует ваш опыт.
  + **Закрытие организационных вопросов:** Сдайте в библиотеку литературу (если брали книги), верните оборудование, если брали на время. Проверьте, что вам засчитаны все часы, проставлены необходимые подписи в учебных журналах и т.п.
  + **Продолжение/внедрение:** Если проект имеет жизнь после защиты (например, его можно внедрить, продолжить исследование), обсудите с преподавателем возможности. Может быть, вам предложат публиковать результаты, участвовать в выставке – будьте открыты, это отличное продолжение. Если же проект разовый – убедитесь, что его результат сохранён: отдайте робота на хранение, выложите исходный код в репозиторий кафедры и т.д.
  + **Отдых и награда:** Проектное обучение интенсивное, после него нужен небольшой перерыв, чтобы восстановить силы. Позвольте себе пару дней без забот учёбы. Похвалите себя – у вас теперь есть успешно завершенный проект, а это дорогого стоит.

В итоге, пройдя через защиту и рефлексию, вы не только выполните требования учебной программы, но и получите колоссальный опыт полного цикла проектной деятельности. Этот опыт – главная ценность курса. Вы научились ставить цели, работать в команде, справляться с проблемами, создавать реальный технический продукт и представлять его публике. Это умения, которые сформированы у вас на практике и останутся на всю жизнь. Поздравляем – проект завершён успешно, и вы сделали большой шаг в своём профессиональном развитии!