

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Томский государственный университет систем
управления и радиотехники

А.В. Жечева, Ю.В. Маслова, А.А. Гельцер

МИРОВЫЕ ТРЕНДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТОК

Методические рекомендации по подготовке к лекционным занятиям и
самостоятельной работе
для студентов технических направлений подготовки и специальностей

Томск
2026

УДК 621.3:001.8

ББК 32.84

Ж-43

Рецензенты:

Семкин А.О., директор ООО НПК «ТЕСАРТ» к.ф.-м.н.

Авторы:

А.В. Жечева, старший преподаватель кафедры СВЧиКР;

Ю.В. Маслова, доцент ПИШ, к.п.н.;

А.А. Гельцер, заместитель директора по развитию ООО НПК «ТЕСАРТ»

Жечева, Анна Владимировна

Ж-43 Мировые тренды исследований и разработок: Методические рекомендации по подготовке к лекционным занятиям и самостоятельной работе для студентов технических направлений подготовки и специальностей/ А. В. Жечева. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2026. – 24 с.

В методических рекомендациях приведены планы занятий, задания для самостоятельной работы, перечень источников, вопросы для самоконтроля и тестовые задания.

Пособие предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим направлениям подготовки и специальностям.

Одобрено на заседании Передовой инженерной школы, протокол № 7 от 19.05.2026.

УДК 621.3:001.8

ББК 32.84

© Жечева А.В., Маслова Ю.В.,
Гельцер А.А., 2026

© Томск. гос. ун-т систем упр.
и радиоэлектроники, 2026

Оглавление

Введение.....	4
1 Планы занятий.....	5
1.1 Современный технологический мир: карта областей, участников и источников информации	5
1.2 Физические и инженерные основания технологических тенденций.....	7
1.3 Передний край исследований: достижения, споры и критическая экспертиза.....	10
1.4 Передний край исследований: достижения, споры и критическая экспертиза.....	12
2 Список источников для освоения тем, выносимых на самостоятельное обучение	16
3 Вопросы для самоконтроля.....	20
4 Варианты тестовых заданий.....	21
Заключение	24

Введение

Современное развитие науки и техники характеризуется высокой скоростью появления новых научных результатов, технологий и инженерных решений. Радиотехника, микроэлектроника, системы связи, фотоника, вычислительная техника и квантовые технологии развиваются во взаимосвязи, формируя новые направления исследований и определяя облик перспективных технических систем. При этом информация о новых разработках распространяется значительно быстрее, чем происходит их независимая научная и инженерная оценка. Научные публикации, патентные материалы, техническая документация, отраслевые обзоры, программы развития и сообщения организаций-разработчиков могут существенно различаться по степени достоверности, полноте и объективности представления результатов. В этих условиях для современного инженера и исследователя принципиально важна способность самостоятельно ориентироваться в научно-технологической информации, отличать устойчивые тенденции от кратковременного информационного интереса и критически оценивать перспективность предлагаемых решений.

Настоящие методические рекомендации предназначены для студентов технических направлений подготовки и направлены на формирование системного представления о современных мировых и российских исследованиях и разработках. Материал охватывает широкий круг вопросов — от устройства научно-технической информационной среды и мировой микроэлектронной отрасли до современных систем связи, радиотехники, фотоники, квантовых технологий, вычислительной инфраструктуры и искусственного интеллекта.

Структура методических рекомендаций включает планы занятий, задания для самостоятельной работы, литературу, вопросы для самоконтроля и тестовые задания. Самостоятельная работа предполагает анализ научных статей, технических характеристик, патентов, отраслевых материалов и официальных документов, подготовку сравнительных таблиц, аналитических обзоров, прогнозов и экспертных заключений. Последовательное выполнение заданий способствует развитию навыков поиска и критической оценки информации, системного анализа технических проблем, научной коммуникации и обоснованного выбора направления дальнейших исследований.

Таким образом, пособие рассматривает мировые тенденции исследований и разработок не как перечень отдельных новых технологий, а как динамическую научно-технологическую среду, в которой будущему специалисту необходимо уметь ориентироваться, анализировать происходящие изменения и оценивать их возможные последствия. Освоение представленного материала должно способствовать формированию у студентов исследовательского и инженерного мышления, необходимого для участия в создании и развитии перспективных технических систем.

1 Планы занятий

1.1 Современный технологический мир: карта областей, участников и источников информации

Тема №1 Мир исследований и разработок: система научно-технической информации

Содержание: Рассматриваются основные типы источников научно-технической информации. К ним относятся журналы и конференции, препринты, патенты, стандарты, отраслевая аналитика и дорожные карты. Обсуждается, на какие вопросы отвечает каждый тип источников. Отдельно характеризуется российский сегмент, включающий РИНЦ, диссертационную систему и отраслевые издания.

Задание для самостоятельной работы: Составить личный путеводитель по источникам своего направления. Включить в него три-пять ведущих журналов, две-три конференции, а также ключевые базы данных и организации мира и России. Для каждого пункта кратко обосновать его назначение и порядок использования.

Тема №2 Мировая микроэлектроника: карта отрасли

Содержание: Рассматривается сложившееся в отрасли разделение труда между разработчиками без собственного производства, контрактными фабриками и поставщиками оборудования и материалов. Обсуждаются география отрасли и её узкие места. Характеризуется российский сегмент, включающий производителей, центры проектирования и действующие программы.

Задание для самостоятельной работы: Выполнить разбор устройства одного массового изделия по открытым инженерным материалам. В качестве изделия выбрать телефон, автомобильный блок управления или бытовой прибор. Перечислить основные микросхемы изделия и установить для каждой разработчика, изготовителя и страну происхождения. Сформулировать вывод о международном разделении труда.

Тема №3 Полвека роста: движущие силы и замедление микроэлектроники

Содержание: Обсуждается, за счёт чего микроэлектроника полвека удерживала экспоненциальный рост и почему этот рост замедляется. Показана смена источников прогресса от уменьшения размеров к новым структурам, материалам и способам сборки. Отдельно рассматриваются исторический путь отечественной отрасли и её текущие ориентиры.

Задание для самостоятельной работы: Составить временную шкалу из 12–15 ключевых вех мировой микроэлектроники. Для каждой вехи указать лежащую в её основе физическую или инженерную идею и последствия для

отрасли. Пояснения изложить своими словами с опорой на два-три обзорных источника.

Тема №4 Беспроводной мир: сети связи вокруг нас

Содержание: Дается общая картина современных систем связи. Рассматриваются сотовые сети и их поколения, беспроводные локальные сети, спутниковая связь, транспортные и магистральные сети. Обсуждается, кто и как управляет этими системами. Характеризуются российские операторы, отечественное оборудование и особенности частотного обеспечения.

Задание для самостоятельной работы: Построить схему «путь данных за сутки». Проследить, через какие сети, среды передачи и диапазоны частот проходят данные пользователя в типичный день от сети доступа до ядра сети и служб. Сопроводить схему поясняющим текстом.

Тема №5 Радиотехника сегодня: от радиолокации до интернета вещей

Содержание: Рассматриваются области, в которых радиотехника определяет облик современной техники. К ним относятся радиолокация и навигация, телеметрия и управление, промышленная беспроводная автоматика. Обсуждаются главные направления развития, российские научные школы и предприятия.

Задание для самостоятельной работы: Изучить видеозапись пленарного или приглашенного доклада ведущего специалиста, предпочтительно на иностранном языке. Составить конспект-анализ с главными тезисами и перечнем тенденций, которые называет докладчик. Сформулировать пять вопросов, которые вы задали бы автору доклада.

Тема №6 Фотоника: карта области

Содержание: Фотоника рассматривается как совокупность технологий, в которых свет служит носителем информации и рабочим инструментом. Обсуждаются волоконная связь, лазерная обработка материалов, датчики и средства отображения информации, а также структура мирового рынка. Характеризуются сильные российские ниши, к которым относятся волоконные лазеры и СВЧ-фотоника.

Задание для самостоятельной работы: Написать научно-популярное объяснение объемом полторы–две страницы для студента первого курса на тему «чем лазерный свет отличается от света обычной лампы и где это отличие используется». Опирайтесь на два-три доступных источника, в том числе на иностранном языке. Критерием оценки служит точность изложения при его доступности.

Тема №7 Квантовые технологии: три ветви

Содержание: Квантовые технологии рассматриваются как три самостоятельных направления. Это квантовые вычисления, квантовая связь и квантовые сенсоры. Простыми словами объясняется, какие свойства

квантового мира использует каждое направление и какую пользу оно способно принести. Обсуждается, что уже работает на практике, а что остаётся делом будущего. Приводятся примеры мировых программ и российских организаций.

Задание для самостоятельной работы: Составить глоссарий из 15–20 ключевых терминов квантовых технологий с определениями, сформулированными своими словами. Для пяти терминов подобрать по примеру строгого и рекламно-искажённого употребления из открытых публикаций и новостей.

Тема №8 Вычислительная инфраструктура мира

Содержание: Рассматриваются уровни мировой вычислительной инфраструктуры от микроконтроллера до суперкомпьютера и центра обработки данных. Обсуждаются география инфраструктуры, её энергетика и рост нагрузки со стороны искусственного интеллекта. Характеризуются российские суперкомпьютеры, сети центров обработки данных и отечественные вычислители.

Задание для самостоятельной работы: Составить наглядную схему уровней вычислительной инфраструктуры от микроконтроллера в бытовом приборе до суперкомпьютера и центра обработки данных. Привести для каждого уровня по одному примеру реального устройства или системы, включая российские. Кратко пояснить, какие задачи решает каждый уровень.

Тема №9 Искусственный интеллект: волна и её границы

Содержание: Дается краткая история подъёмов и спадов искусственного интеллекта. Рассматривается нынешняя волна больших моделей, её возможности, ограничения и влияние на инженерные профессии. Характеризуются отечественные модели и вычислительная база.

Задание для самостоятельной работы: Собрать 15–20 новостей об искусственном интеллекте за последний месяц. Разделить их на значимые события и информационный шум по самостоятельно сформулированным критериям. Обосновать критерии и разобрать спорные случаи.

1.2 Физические и инженерные основания технологических тенденций

Тема №1 Инструменты анализа тенденций

Содержание: Рассматриваются наукометрия и её типичные ловушки, патентная аналитика, дорожные карты и шкала уровней готовности технологий по ГОСТ Р 58048. Обсуждается, как сочетать эти инструменты между собой и не принять рекламное заявление за тенденцию.

Задание для самостоятельной работы: Построить патентный ландшафт выбранного направления по открытым базам ФИПС и международным базам.

Отразить динамику патентования за десять лет, основных правообладателей и страны. Сделать вывод о стадии жизненного цикла направления.

Тема №2 Физика масштабирования микроэлектроники

Содержание: Обсуждается, почему уменьшение размеров элементов даётся всё труднее. Рассматриваются волновая природа света в литографии, токи утечки, тепловыделение и разброс параметров. Показаны ответы отрасли, к которым относятся новые структуры транзисторов и литография в экстремальном ультрафиолете. Характеризуются доступные в России технологические нормы.

Задание для самостоятельной работы: Подготовить краткий обзор причин, по которым уменьшение размеров транзисторов замедлилось. Изучить два-три доступных обзорных материала, в том числе на иностранном языке. Назвать три-четыре главные причины и пояснить каждую своими словами в одном-двух предложениях. Привести по одному примеру того, как отрасль отвечает на каждую из причин.

Тема №3 Как создаётся микросхема: производственный маршрут

Содержание: Рассматривается полный цикл создания микросхемы, включающий проектирование и проверку, изготовление фотошаблонов, обработку пластин, корпусирование и испытания. Обсуждаются стоимость и длительность этапов, а также причины концентрации производства в мире. Характеризуются доступные в России звенья маршрута и планы их достройки.

Задание для самостоятельной работы: Составить структурную схему полного маршрута создания микросхемы. Указать по открытым данным оценки длительности и стоимости этапов. Отметить звенья, доступные в России, и критические зависимости. Сопроводить схему поясняющим текстом.

Тема №4 Физический уровень связи: спектр, модуляция, кодирование

Содержание: Частотный спектр рассматривается как ограниченный ресурс, а теорема Шеннона — как рамка развития систем связи. Обсуждается, за счёт чего растут скорости поколений, включая модуляцию высоких порядков, помехоустойчивое кодирование и многоантенные системы. Характеризуется российское частотное регулирование.

Задание для самостоятельной работы: Сравнить по открытым материалам два поколения мобильной связи, например четвёртое и пятое. Составить таблицу с указанием диапазонов частот, типичных скоростей и главных новшеств каждого поколения. Пояснить своими словами, за счёт чего выросла скорость передачи данных.

Тема №5 Антенны и СВЧ-тракт современных систем

Содержание: Прослеживается переход от одиночных антенн к активным фазированным решёткам. Рассматриваются приёмопередающие модули,

малошумящие и мощные усилители, материалы и элементная база СВЧ. Характеризуются российские предприятия СВЧ-электроники и антенной техники.

Задание для самостоятельной работы: Сравнить по техническим описаниям три-четыре серийных СВЧ-усилителя близкого класса, включая отечественный. Сопоставить паспортные значения частотного диапазона, мощности, коэффициента шума и коэффициента полезного действия. Оформить сравнение таблицей и сделать вывод.

Тема №6 Волоконно-оптические системы: почему возможны терабиты

Содержание: Рассматриваются физические основания скоростей магистральных сетей, включая оптическое волокно, усилители, спектральное уплотнение и когерентный приём. Обсуждаются ограничивающие факторы, к которым относятся затухание, дисперсия и нелинейность. Характеризуются российские магистральные сети и отечественные системы уплотнения.

Задание для самостоятельной работы: Оценить по открытым параметрам волокна и усилителей длину регенерационного участка и предельную пропускную способность линии. Указать, какое физическое ограничение наступает первым. Привести ход расчёта и принятые допущения.

Тема №7 Лазеры, фотоприёмники и интегральная фотоника

Содержание: Рассматриваются принципы действия и ключевые параметры лазеров и фотоприёмников. Интегральная фотоника характеризуется как «микроэлектроника света» с собственными платформами, компонентами и производством. Обсуждаются российские производители лазерной техники и работы по фотонным интегральным схемам.

Задание для самостоятельной работы: Сопоставить платформы интегральной фотоники по обзорам и данным изготовителей. Составить таблицу с указанием доступных компонентов, параметров и зрелости каждой платформы. Обосновать выбор платформы для применения из своей предметной области.

Тема №8 Устройство вычислений: архитектура и её узкие места

Содержание: Рассматриваются процессор, иерархия памяти и узкое место обмена данными между ними. Обсуждаются параллелизм и специализация как ответы на это ограничение, а также место ускорителей в современных системах. Характеризуются отечественные процессоры и вычислители.

Задание для самостоятельной работы: Объяснить своими словами, что такое узкое место обмена данными между процессором и памятью. Подобрать понятную бытовую аналогию, поясняющую это ограничение. Найти в открытых материалах два примера того, как разработчики его обходят, и кратко описать каждый пример.

Тема №9 Как учатся машины: цена интеллекта

Содержание: Рассматриваются устройство нейронных сетей и процессы обучения и вывода. Обсуждается вычислительная и энергетическая цена больших моделей. Показана связь прогресса искусственного интеллекта с микроэлектроникой и центрами обработки данных. Характеризуются доступные в России вычислительные мощности.

Задание для самостоятельной работы: Изучить два-три доступных материала о том, сколько ресурсов требует обучение больших нейросетевых моделей. Выписать приведённые в них наглядные сравнения, например с потреблением города или пробегом автомобиля. Пояснить своими словами, почему обучение моделей обходится так дорого и как это влияет на развитие отрасли.

1.3 Передний край исследований: достижения, споры и критическая экспертиза

Тема №1 Критическая экспертиза научных результатов

Содержание: Обсуждается устройство научного рецензирования и причины его сбоев. Рассматриваются проблема воспроизводимости, типовые приёмы преувеличения результатов в статьях и пресс-сообщениях, а также ответственность эксперта. Сопоставляются мировая и российская практика экспертизы.

Задание для самостоятельной работы: Подготовить рецензию на недавнюю статью по своей теме по типовой форме журнала. Оценить значимость, новизну и корректность методики, указать слабые места. Сформулировать вопросы авторам и рекомендацию редактору. Статью выбрать на иностранном языке.

Тема №2 Микроэлектроника за пределами кремния и КМОП

Содержание: Рассматриваются новые материалы и приборы, включая широкозонные полупроводники, двумерные материалы, энергонезависимую память новых типов и вычисления в памяти. Обсуждается, какие из этих направлений выходят из лабораторий, а какие задерживаются. Характеризуются заделы российских академических институтов.

Задание для самостоятельной работы: Составить записку «за и против» по одному спорному направлению по выбору. Собрать из литературы сильнейшие аргументы сторонников и скептиков, отделив установленные факты от ожиданий.

Тема №3 Открытая микроэлектроника: архитектуры, САПР, обучение

Содержание: Рассматриваются открытая архитектура RISC-V, открытые маршруты проектирования и учебные производственные запуски. Рассматриваются свободные программы для проектирования микросхем и учебные проекты, в которых студенты изготавливают собственные

микросхемы. Отмечается участие российских компаний и отечественные САПР.

Задание для самостоятельной работы: Изучить по открытым материалам историю появления архитектуры RISC-V. Подготовить краткий рассказ о том, кто и зачем её создал, какие компании применяют её сегодня и что открытость даёт разработчикам. Привести один российский пример использования этой архитектуры.

Тема №4 Спорные технологии связи шестого поколения

Содержание: Обсуждаются новые идеи, предлагаемые для сетей связи шестого поколения. Простыми словами объясняется, что такое управляемые отражающие поверхности, зачем связи сверхвысокие частоты и как передача данных может совмещаться с радиолокацией. Отдельно разбирается, какие из этих идей уже подтверждены опытами, а какие пока остаются обещаниями.

Задание для самостоятельной работы: Проверить одно широко растиражированное утверждение о связи будущего. Проследить утверждение до первоисточника и сопоставить заявленное с измеренным и с условиями эксперимента. Вынести аргументированный вердикт.

Тема №5 Нерешённые задачи радиотехники

Содержание: Рассматриваются задачи радиотехники, не закрывающиеся десятилетиями. К ним относятся помехозащищённость и работа в загруженном спектре, электромагнитная совместимость аппаратуры и энергоэффективность радиотрактов. Обсуждается цена нерешённости этих задач. Характеризуются российские научные школы, в том числе школа ТУСУР по электромагнитной совместимости.

Задание для самостоятельной работы: Разобрать одну технологию беспроводной связи или радиотехники, не оправдавшую ожиданий. Установить по источникам причины неудачи, рассмотрев технику, экономику, стандартизацию и время выхода на рынок. Сформулировать уроки для оценки нынешних обещаний.

Тема №6 Квантовые вычисления: спор о полезности

Содержание: Обсуждается, почему вокруг квантовых компьютеров идёт спор. Простыми словами объясняется, что уже умеют современные квантовые машины и почему до широкой практической пользы им пока далеко. Разбирается смысл понятий квантового превосходства и исправления ошибок. Приводятся примеры оценок, а также результаты российской дорожной карты.

Задание для самостоятельной работы: Найти в открытых источниках два противоположных высказывания о будущем квантовых компьютеров, одно оптимистичное и одно скептическое. Пересказать своими словами позицию каждой стороны и её главные доводы. Написать, какая позиция кажется вам более убедительной и почему.

Тема №7 Как создаётся микросхема: производственный маршрут

Содержание: Рассматриваются фотонные вычислители, радиофотоника и совместно корпусированная оптика. Обсуждается, где проходит граница между эффектной демонстрацией и технологией. Характеризуются российские академические работы и отраслевые программы.

Задание для самостоятельной работы: Проанализировать программы ведущей международной конференции по фотонике за два-три последних года. Выделить растущие и угасающие секции и темы, сопоставить их с динамикой публикаций. Сделать вывод о направлениях, набирающих силу.

Тема №8 Пределы роста искусственного интеллекта

Содержание: Рассматриваются ограничения роста искусственного интеллекта по данным, энергии и вычислениям. Обсуждаются трудности оценивания качества моделей и «загрязнение» испытательных наборов. Сопоставляются открытые и закрытые модели, характеризуется положение отечественных разработок.

Задание для самостоятельной работы: Проверить воспроизводимость одной работы с открытым исходным кодом и данными. Воспроизвести хотя бы один заявленный результат либо при невозможности запуска оценить достаточность описания для воспроизведения. Подготовить отчёт о ходе и итогах проверки.

Тема №9 Информационная безопасность: новые угрозы

Содержание: Обсуждается, как меняются угрозы информационной безопасности. Простыми словами объясняется, почему будущие квантовые компьютеры опасны для современных шифров и что такое постквантовая криптография. Рассматриваются уязвимости самой аппаратуры и способы обмана систем искусственного интеллекта. Характеризуются российские стандарты защиты информации и программа доверенной электроники.

Задание для самостоятельной работы: Подобрать в открытых источниках описание одного известного случая нарушения информационной безопасности. Пересказать своими словами, что произошло, какая слабость была использована и к каким последствиям это привело. Сформулировать два-три простых урока для разработчика техники.

1.4 Передний край исследований: достижения, споры и критическая экспертиза

Тема №1 Мировая полупроводниковая экономика и программы суверенитета

Содержание: Рассматриваются мировые цепочки кооперации и их уязвимость, экспортный контроль, национальные программы поддержки полупроводниковой отрасли и их промежуточные итоги. Характеризуется российская стратегия развития электронной промышленности.

Задание для самостоятельной работы: Сравнить по официальным документам программы развития микроэлектроники двух-трёх стран и России. Сопоставить цели, объёмы поддержки, механизмы и промежуточные итоги. Сделать вывод о сильных и слабых сторонах подходов с учётом национального контекста.

Тема №2 Выбор элементной базы в условиях ограничений

Содержание: Обсуждается, как предприятия выбирают электронные компоненты для своих изделий, когда часть зарубежных компонентов недоступна. Простыми словами объясняется, что такое доверенная элементная база и почему замена компонента почти всегда имеет цену. Рассматриваются способы оценки рисков поставок и примеры из практики российских предприятий.

Задание для самостоятельной работы: Выбрать знакомое электронное устройство и перечислить пять-шесть его основных компонентов. Отметить по открытым данным, какие из них выпускаются в России, а какие пока нет. Предложить возможные замены для недоступных компонентов и кратко пояснить, чем придётся пожертвовать при каждой замене.

Тема №3 Стандартизация и частотная политика как арена конкуренции

Содержание: Обсуждается, как рождаются стандарты связи. Рассматриваются международные органы, интересы стран и компаний, а также патенты, существенные для стандартов. Показаны экономические последствия частотных решений. Характеризуется российское участие в международной стандартизации.

Задание для самостоятельной работы: Разобрать одно принятое решение международной стандартизации или распределения частот. Установить, кто продвигал решение, какие интересы столкнулись и как оно повлияло на рынок и на Россию. Использовать документы органов стандартизации и отраслевую аналитику.

Тема №4 Космическая связь и навигация как стратегическая инфраструктура

Содержание: Рассматриваются низкоорбитальные группировки и их экономика, навигационные системы и их устойчивость к воздействиям, а также международное регулирование орбит и частот. Характеризуются программа «Сфера», система ГЛОНАСС и российские проекты широкополосного доступа.

Задание для самостоятельной работы: Составить сценарный прогноз развития низкоорбитальной связи на десять лет. Разработать два-три сценария с явными допущениями, движущими силами и наблюдаемыми признаками реализации.

Тема №5 Квантовые программы мира: кооперация и соперничество

Содержание: Рассматриваются национальные квантовые инициативы, их приоритеты, объёмы и кадровая политика. Обсуждается международная кооперация в условиях ограничений. Характеризуются российские дорожные карты и головные организации.

Задание для самостоятельной работы: Сопоставить по официальным документам квантовые программы не менее трёх стран, включая Россию. Дополнить сопоставление анализом подготовки кадров по образовательным программам и научным группам. Сделать вывод о различии национальных подходов и его причинах.

Тема №6 Фотоника как отрасль: ниши для России

Содержание: Рассматривается структура мирового рынка фотоники. Обсуждаются сложившиеся российские ниши, к которым относятся волоконные лазеры, СВЧ-фотоника и оптико-электронные системы, а также кандидаты на новые ниши.

Задание для самостоятельной работы: Изучить восемь-десять авторефератов российских диссертаций последних лет по фотонике и квантовой тематике. Определить фактические направления работ в стране и сопоставить их с мировой повесткой по обзорам. Сделать вывод о совпадениях, пробелах и возможных нишах.

Тема №7 Искусственный интеллект и вычисления как предмет политики

Содержание: Рассматриваются подходы к регулированию искусственного интеллекта в разных юрисдикциях. Вычислительные мощности и данные обсуждаются как стратегический ресурс, отдельно затрагиваются ограничения на оборот ускорителей. Характеризуются российская нормативная база и национальные проекты.

Задание для самостоятельной работы: Сопоставить по официальным документам подходы к регулированию искусственного интеллекта в двух-трёх юрисдикциях и в России. Составить таблицу с указанием целей, механизмов и последствий для разработчика. Сделать вывод о влиянии регулирования на исследовательскую практику.

Тема №8 Исследователь в мире тенденций: публикационная стратегия

Содержание: Обсуждается выбор темы исследования с учётом мировой повестки. Рассматриваются журналы и конференции, их репутация, этика публикаций и применение искусственного интеллекта при их подготовке. Характеризуется российская система оценки результативности.

Задание для самостоятельной работы: Разработать публикационную стратегию будущей диссертационной работы (кандидатская диссертация). Обосновать выбор целевых журналов и конференций по тематике,

требованиям и репутации. Составить план двух-трёх публикаций и подготовить аннотацию первой статьи на русском и иностранном языках.

Тема №9 Прогнозирование научно-технологического развития

Содержание: Рассматриваются методы построения прогнозов и сценариев. Разбираются сбывшиеся и несбывшиеся прогнозы прошлых десятилетий, обсуждаются горизонты 2030–2040 годов в изученных областях. Обобщается материал четырёх семестров.

Задание для самостоятельной работы: Подготовить аналитический прогноз развития выбранного направления на десять лет. Включить ретроспективу прежних прогнозов, оценку текущего состояния и два-три сценария с признаками реализации. Сформулировать следствия для собственной исследовательской работы. Допускается опора на материалы своих отчётов за предыдущие семестры.

2 Список источников для освоения тем, выносимых на самостоятельное обучение

1. КиберЛенинка: научная электронная библиотека: сайт. – Москва. – URL: <https://cyberleninka.ru> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
2. Semiconductor Industry Association (SIA): сайт. – Вашингтон. – URL: <https://semiconductors.org> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
3. Микрон: группа компаний: сайт. – Москва. – URL: <https://mikron.ru> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
4. Computer History Museum: музей истории вычислительной техники : сайт. – Маунтин-Вью. – URL: <https://computerhistory.org> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
5. IEEE Xplore: цифровая библиотека IEEE: сайт. – Нью-Джерси. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
6. Электроника: наука, технология, бизнес: научно-технический журнал: сайт / учредитель РИЦ «Техносфера». – Москва. – URL: <https://electronics.ru> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
7. Международный союз электросвязи (МСЭ): сайт. – Женева. – URL: <https://itu.int> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
8. GSMA: ассоциация операторов мобильной связи: сайт. – Лондон. – URL: <https://gsma.com> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
9. ComNews: издание о связи и цифровой экономике: сайт. – Москва. – URL: <https://comnews.ru> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
10. IEEE Spectrum: научно-техническое издание: сайт. – Нью-Джерси. – URL: <https://spectrum.ieee.org> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
11. Радиотехника: научное издательство: сайт. – Москва. – URL: <https://radiotec.ru> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
12. Микран: научно-производственная фирма: сайт. – Томск. – URL: <https://micran.ru> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
13. Optica: международное оптическое общество: сайт. – Вашингтон. – URL: <https://optica.org> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
14. Photonics Media: издание по фотонике: сайт. – Массачусетс. – URL: <https://photonics.com> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
15. Швабе: холдинг: сайт. – Москва. – URL: <https://shvabe.com> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
16. IBM Quantum: платформа квантовых вычислений: сайт. – Нью-Йорк. – URL: <https://ibm.com/quantum> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
17. Google Quantum AI: сайт. – Маунтин-Вью. – URL: <https://quantumai.google> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
18. Российский квантовый центр: сайт. – Москва. – URL: <https://rqc.ru> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.

19. Top500: мировой рейтинг суперкомпьютеров: сайт. – США. – URL: <https://top500.org> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
20. Uptime Institute: сайт. – Нью-Йорк. – URL: <https://uptimeinstitute.com> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
21. CNews: издание о цифровых технологиях: сайт. – Москва. – URL: <https://cnews.ru> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
22. Hugging Face: платформа открытых моделей машинного обучения: сайт. – Нью-Йорк. – URL: <https://huggingface.co> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
23. TAdviser: база сведений о цифровизации: сайт. – Москва. – URL: <https://tadviser.ru> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
24. Всемирная организация интеллектуальной собственности (ВОИС): сайт. – Женева. – URL: <https://wipo.int> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
25. Lens: открытая патентно-аналитическая платформа: сайт. – Новая Зеландия. – URL: <https://lens.org> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
26. Роспатент: официальный сайт. – Москва. – URL: <https://rospatent.gov.ru> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
27. International Roadmap for Devices and Systems (IRDS): сайт. – Нью-Джерси. – URL: <https://irds.ieee.org> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
28. SEMI: отраслевая ассоциация: сайт. – Сан-Хосе. – URL: <https://semi.org> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
29. Semiconductor Engineering: отраслевое издание: сайт. – Сан-Хосе. – URL: <https://semiengineering.com> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
30. НИИМЭ: научно-исследовательский институт: сайт. – Москва. – URL: <https://niime.ru> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
31. 3GPP: партнёрство по стандартизации мобильной связи: сайт. – Антиб. – URL: <https://3gpp.org> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
32. IEEE Communications Society: сайт. – Нью-Джерси. – URL: <https://comsoc.org> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
33. Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации: официальный сайт. – Москва. – URL: <https://digital.gov.ru> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
34. IEEE Microwave Theory and Technology Society: сайт. – Нью-Джерси. – URL: <https://mtt.org> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
35. НПП «Исток» им. Шокина: официальный сайт. – Фрязино. – URL: <https://istokmw.ru> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
36. Доклады ТУСУР: научный журнал: сайт / Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. – Томск. – URL: <https://journal.tusur.ru> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.

37. Optical Fiber Communication Conference (OFC): сайт. – Вашингтон. – URL: <https://ofcconference.org> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
38. Corning: сайт. – Нью-Йорк. – URL: <https://corning.com> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
39. T8: группа компаний: сайт. – Москва. – URL: <https://t8.ru> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
40. Фотоника: научно-технический журнал: сайт. – Москва. – URL: <https://photonics.su> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
41. Физический институт им. П. Н. Лебедева РАН: официальный сайт. – Москва. – URL: <https://lebedev.ru> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
42. Hot Chips: сайт. – США. – URL: <https://hotchips.org> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
43. Committee on Publication Ethics (COPE): сайт. – Лондон. – URL: <https://publicationethics.org> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
44. Retraction Watch: наблюдение за отзывом научных публикаций: сайт. – Нью-Йорк. – URL: <https://retractionwatch.com> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
45. Российская академия наук: официальный сайт. – Москва. – URL: <https://ras.ru> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
46. Международная электротехническая комиссия (МЭК): сайт. – Женева. – URL: <https://iec.ch> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
47. Росатом: официальный сайт. – Москва. – URL: <https://rosatom.ru> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
48. SPIE: международное общество оптики и фотоники: сайт. – Вашингтон. – URL: <https://spie.org> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
49. Государственная информационная система промышленности: официальный сайт. – Москва. – URL: <https://gispi.gov.ru> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
50. ФГБУ «ВНИИР»: официальный сайт. – Москва. – URL: <https://vniir-m.ru> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
51. Ростех: официальный сайт. – Москва. – URL: <https://rostec.ru> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
52. Главный радиочастотный центр: официальный сайт. – Москва. – URL: <https://grfc.ru> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
53. Starlink: сайт. – Лос-Анджелес. – URL: <https://starlink.com> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
54. Информационно-аналитический центр ГЛОНАСС: официальный сайт. – Москва. – URL: <https://glonass-iac.ru> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.
55. Роскосмос: официальный сайт. – Москва. – URL: <https://roscosmos.ru> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.

56. National Quantum Initiative: сайт. – Вашингтон. – URL: <https://quantum.gov> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.

57. Quantum Flagship: сайт. – Брюссель. – URL: <https://qt.eu> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.

58. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации: официальный сайт. – Москва. – URL: <https://minobrnauki.gov.ru> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.

59. Photonics21: европейская технологическая платформа: сайт. – Брюссель. – URL: <https://photonics21.org> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.

60. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки: сайт. – Москва. – URL: <https://diss.rsl.ru> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.

61. Научная электронная библиотека eLibrary.ru: сайт. – Москва. – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.

62. Институт статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ: сайт. – Москва. – URL: <https://issek.hse.ru> (дата обращения 28.08.2026). – Текст: электронный.

3 Вопросы для самоконтроля

1. Какие типы источников научно-технической информации существуют и на какие вопросы отвечает каждый из них?
2. Чем устойчивая технологическая тенденция отличается от информационного шума? Назовите признаки различия.
3. Опишите современное разделение труда в мировой микроэлектронике и объясните, почему оно сложилось именно таким.
4. Какие физические и экономические причины привели к замедлению классического масштабирования КМОП-технологий?
5. Перечислите основные ограничения роста скоростей беспроводной связи и поясните роль теоремы Шеннона.
6. Из каких этапов состоит производственный маршрут микросхемы и какие из них наиболее капиталоемки?
7. Почему магистральная связь строится на оптическом волокне? Приведите количественные аргументы.
8. Что такое уровни готовности технологий и как их применяют при оценке направления?
9. Что показывает патентный ландшафт направления в дополнение к наукометрическим данным?
10. В чём состоит узкое место обмена данными между процессором и памятью и какими средствами его смягчают?
11. Какие приёмы преувеличения результатов встречаются в научных публикациях и пресс-сообщениях? Как их распознавать?
12. Что означает воспроизводимость результата и почему она стала проблемой в исследованиях искусственного интеллекта?
13. Каковы главные физические платформы квантовых вычислений и по каким показателям их сравнивают?
14. Почему квантовое исправление ошибок считают ключевым рубежом развития квантовых вычислений?
15. По каким причинам технически состоятельные технологии не достигают рынка? Проиллюстрируйте примером.
16. Как международная стандартизация влияет на конкуренцию в отрасли связи? Кто участники этого процесса?
17. Какие риски учитываются при выборе элементной базы изделия в условиях внешних ограничений?
18. Сопоставьте подходы национальных программ развития микроэлектроники двух стран и России.
19. Какие методы построения научно-технологических прогнозов существуют и в чём их ограничения?
20. Как результаты анализа мировых тенденций использовать при выборе темы и публикационной стратегии собственного исследования?

4 Варианты тестовых заданий

1. Какой из перечисленных источников относится к первичным научным источникам?
 - а) обзор в отраслевом издании
 - б) статья в рецензируемом научном журнале
 - в) пресс-сообщение компании-разработчика
 - г) энциклопедическая статья
2. Международная дорожная карта IRDS описывает перспективы развития:
 - а) стандартов мобильной связи
 - б) квантовых коммуникаций
 - в) устройств и систем микроэлектроники
 - г) космических аппаратов
3. Согласно критерию Рэлея разрешение проекционной литографии определяется:
 - а) толщиной фоторезиста
 - б) температурой пластины
 - в) скоростью сканирования
 - г) длиной волны излучения и числовой апертурой объектива
4. Переход к транзисторам с кольцевым затвором вызван прежде всего:
 - а) необходимостью улучшить электростатическое управление каналом
 - б) стремлением снизить стоимость фотошаблонов
 - в) требованиями корпусирования кристаллов
 - г) переходом на новые материалы подложек
5. Разделение отрасли на компании без собственных фабрик и контрактные производства означает, что:
 - а) каждая компания проектирует и производит микросхемы самостоятельно
 - б) проектирование и производство микросхем выполняют разные компании
 - в) производство размещается только в стране разработчика
 - г) проектирование ведётся только в открытых САПР
6. Теорема Шеннона устанавливает:
 - а) предельную дальность радиосвязи
 - б) минимальную мощность передатчика
 - в) максимально допустимую полосу частот
 - г) предельную скорость безошибочной передачи при заданных полосе и отношении сигнал/шум
7. Дальность волоконно-оптического участка без усиления в первую очередь ограничивает:
 - а) затухание сигнала в волокне
 - б) поляризация излучения
 - в) диаметр оболочки волокна
 - г) строительная длина кабеля

8. Активная фазированная антенная решётка позволяет:
- а) увеличить длину волны излучения
 - б) полностью исключить боковые лепестки
 - в) электронно управлять диаграммой направленности без механического поворота
 - г) отказаться от усилителей мощности
9. Спектральное уплотнение в волоконной линии представляет собой передачу:
- а) одного канала поочерёдно в разных волокнах
 - б) многих независимых каналов на разных длинах волн в одном волокне
 - в) сигнала с удвоенной мощностью
 - г) данных только в одном направлении
10. Кубит отличается от классического бита тем, что:
- а) переключается быстрее любого транзистора
 - б) не подвержен ошибкам
 - в) всегда хранит больше энергии
 - г) может находиться в суперпозиции базисных состояний
11. Квантовое распределение ключей обеспечивает:
- а) обнаружение попытки перехвата ключа благодаря законам квантовой механики
 - б) передачу данных быстрее скорости света
 - в) сжатие передаваемой информации
 - г) отказ от классического канала связи
12. Постквантовая криптография представляет собой:
- а) шифрование, выполняемое на квантовом компьютере
 - б) передачу ключей по квантовому каналу
 - в) классические алгоритмы, стойкие к атакам с использованием квантового компьютера
 - г) физическое экранирование линий связи
13. Узкое место классической вычислительной архитектуры состоит в:
- а) недостаточной разрядности процессоров
 - б) ограниченной скорости обмена данными между процессором и памятью
 - в) отсутствии параллельных ядер
 - г) большом размере программного кода
14. Ключевым показателем при сравнении ускорителей для нейросетевых вычислений является:
- а) число выводов корпуса
 - б) тактовая частота одиночного ядра
 - в) объём постоянной памяти
 - г) производительность на единицу потребляемой мощности
15. Шкала уровней готовности технологий предназначена для:
- а) оценки зрелости технологии от идеи до применения
 - б) расчёта себестоимости изделия
 - в) определения патентоспособности решения
 - г) нормирования надёжности аппаратуры

16. Патентный ландшафт направления показывает:
- а) список всех научных статей по теме
 - б) объём государственных субсидий
 - в) распределение патентной активности по годам, правообладателям и странам
 - г) перечень действующих стандартов
17. Главным преимуществом низкоорбитальных группировок связи перед геостационарными спутниками является:
- а) отсутствие необходимости в наземных станциях
 - б) существенно меньшая задержка распространения сигнала
 - в) неограниченный срок службы аппаратов
 - г) работа без частотных разрешений
18. На рекламный характер научно-технического заявления указывает:
- а) публикация результатов в рецензируемом журнале
 - б) указание условий и ограничений эксперимента
 - в) наличие независимого подтверждения
 - г) отсутствие проверяемого первоисточника с описанием методики
19. Открытая процессорная архитектура RISC-V отличается тем, что:
- а) её система команд открыта и не требует лицензионных отчислений
 - б) процессоры на её основе производит только одна компания
 - в) она несовместима с операционными системами
 - г) она предназначена исключительно для суперкомпьютеров
20. Электромагнитная совместимость представляет собой способность аппаратуры:
- а) работать при любых температурах
 - б) сохранять герметичность корпуса
 - в) функционировать в общей электромагнитной обстановке, не создавая недопустимых помех другим устройствам
 - г) выдерживать механические удары

Заключение

Современная научно-технологическая среда представляет собой динамичную систему, в которой развитие микроэлектроники, радиотехники, систем связи, фотоники и вычислительной техники происходит во взаимосвязи. Поэтому оценка перспективных исследований и разработок требует не только знания отдельных технологий, но и понимания их физических, инженерных, экономических и организационных оснований. В ходе освоения дисциплины студенты получают инструменты поиска и анализа научно-технической информации, оценки результатов исследований, сопоставления технологических решений и определения перспектив их практического применения.

Особое внимание уделяется критическому анализу современных разработок и сопоставлению мирового и российского опыта. Работа с научными публикациями, патентами, техническими характеристиками, уровнями технологической готовности и программами развития позволяет оценивать не только новизну решений, но и их реальные преимущества, ограничения и перспективы.

Итоговым результатом освоения дисциплины становится формирование целостного представления о современных мировых и российских исследованиях и разработках и способности самостоятельно оценивать перспективы их развития. Полученные навыки могут применяться при выборе тематики научных исследований, подготовке выпускных и диссертационных работ, разработке новых технических решений, проведении научно-технической экспертизы и формировании стратегий развития перспективных технологий.