



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ТҰҢҒЫШ ПРЕЗИДЕНТІ - ЕЛБАСЫНЫҢ ҚОРЫ

«ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ – 2017»

студенттер мен жас ғалымдардың
XII Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

XII Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ – 2017»

PROCEEDINGS

of the XII International Scientific Conference
for students and young scholars
«SCIENCE AND EDUCATION - 2017»



14th April 2017, Astana



**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**«Ғылым және білім - 2017»
студенттер мен жас ғалымдардың
XII Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XII Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«Наука и образование - 2017»**

**PROCEEDINGS
of the XII International Scientific Conference
for students and young scholars
«Science and education - 2017»**

2017 жыл 14 сәуір

Астана

УДК 378

ББК 74.58

Ғ 96

Ғ 96

«Ғылым және білім – 2017» студенттер мен жас ғалымдардың XII Халықаралық ғылыми конференциясы = The XII International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2017» = XII Международная научная конференция студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2017». – Астана: <http://www.eni.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie/>, 2017. – 7466 стр. (қазақша, орысша, ағылшынша).

ISBN 978-9965-31-827-6

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 378

ББК 74.58

ISBN 978-9965-31-827-6

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті, 2017

ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ КА ДЗЗ**Адамбеков Ерлик Алтынбекович**e_92a@inbox.ruСтудент 4 курса Физико-технического факультета ЕНУ им. Л. Н. Гумилева,
Астана, Казахстан.

Научный руководитель: Есенгали Сейтжан Рахымжанұлы

Способы проектирования оптических систем, с возникновением специальных программных продуктов, имеют свои особенности. Если раньше чтобы разработать оптическую систему, необходимо было проводить длительные расчеты с учетом геометрических особенностей поверхностей компонентов системы, характеристик используемых стекол (коэффициента преломления, числа Аббе), то в последнее время этот процесс модернизировался. С появлением такого программного обеспечения (ПО), как CodeV, Zemax, OPAL и т.д. предоставляет возможность ускорить процесс проектирования. В качестве оптической системы был выбран триплет Кука. Основными достоинствами этой системы являются относительная простота, используется два вида стекла два крона и один флинт, является полноценным прибором, показывающим все процессы.

Основные этапы проектирования телескопа

На первом этапе необходимо обосновать выбор апертуры телескопа, которая зависит от ряда факторов: характеристик используемой ПЗС – матрицы и получаемого излучения от подстилающей поверхности для обеспечения необходимого отношения сигнала к шуму (ОСШ). Данное соотношение, как и ряд других, таких как требование, к орбите, линейное разрешение получаемого изображения, как правило, следуют из требований заказчика космической системы. Размер входного диаметра оптической системы влияет на величину регистрируемого излучения, которое также зависит от условий освещенности объекта (местного угла Солнца), оптических характеристик объекта, а также влияние атмосферы (ее коэффициент спектрального пропускания).

Для выбранного телескопа требуемое значение ОСШ задавалось равным 50 для условий L2 (угол Солнца 30 градусов над горизонтом, альbedo объекта = 0.5). Далее, для получения требуемого значения ОСШ, рассчитывается минимальный диаметр апертуры или, в случае некруглой апертуры, ее минимальная площадь при данной форме апертуры. При расчете формы и площади апертуры отдельное внимание следует уделить недопущению виньетирования. Значение фокусного расстояния телескопа рассчитывается из знания высоты орбиты, размера пикселя матрицы (6,45 мкм) и требуемого линейного разрешения (10 м). Эти данные приводят к значению фокусного расстояния = 440 мм. Важной характеристикой телескопа является его поле зрения (FoV – field of view), определяющее полосу захвата подстилающей поверхности. Как правило, она задается из требований заказчика КА и влияет на выбор высоты орбиты. Обычно для целей ДЗЗ выбирается солнечно – синхронная орбита (ССО), наклонение которой связано с ее высотой. При этом высота орбиты также влияет на ее цикличность. Так при цикличности 14 витков в сутки на ССО – КА будет проходить над одним объектом 1 раз в сутки в заданное местное солнечное время, при $14\frac{1}{2}$ - 1 раз в 2 суток и т.д. При требовании, например, возможности получения изображения протяженной поверхности (с востока на запад) 2000 км в течение 10 суток – полоса захвата должна быть около 20 км. В данном примере поставлено условие о возможности съемки территории РК в течение 15 суток, что приводит к требованию к полосе захвата не менее 184 км, с высоты 700 км и к значению FoV = 15 градусов. В результате, с учетом заданных требований заказчика, для разрабатываемой системы, получаем следующую таблицу данных (Таблица 1). Вычисление основных входных параметров телескопа позволяет проводить проектирование оптической системы, обладающую соответствующими оптическими характеристиками к

которым относятся функция передачи модуляции (ФПМ), размер пятна рассеяния, отображающего точку подстилающей поверхности. При проектировании оптической полезной нагрузки для КА ДЗЗ, с использованием имеющихся ПО, на этом этапе достаточным является правильный выбор оптической системы: например, из уже известных, таких как чисто линзовых – триплет, 4 – х, 5 – и т.д. зеркальных систем (Касссегрена, Корша и т.д.), зеркально-линзовых (катадиоптрических). В данном случае выбрана учебная схема триплет Кука, которая позволяет описывать процессы проектирования и добиваться хороших результатов. Также, на данной стадии проектирования необходимо определиться с выбором марки стекла для производства линз хотя бы для предварительного проектирования и в дальнейшем, в зависимости от получаемых результатов, можно его заменить.

Полезная нагрузка линзовой оптической системы КА ДЗЗ состоит из двух главных частей: камера и электроника. Камера – линзовая оптическая система с фокусным расстоянием 440 мм и 50 мм диаметр входного зрачка. Это позволяет принимать изображение в панхроматическом диапазоне с пространственным разрешением 10м с высоты орбиты 700 км. Угол обзора оптической системы составляет 15 °. В данной работе был выбран триплет Кука, которая позволяет описывать процессы проектирования и добиваться хороших результатов. На рисунке 1 приведена схема выбранного триплета Кука.

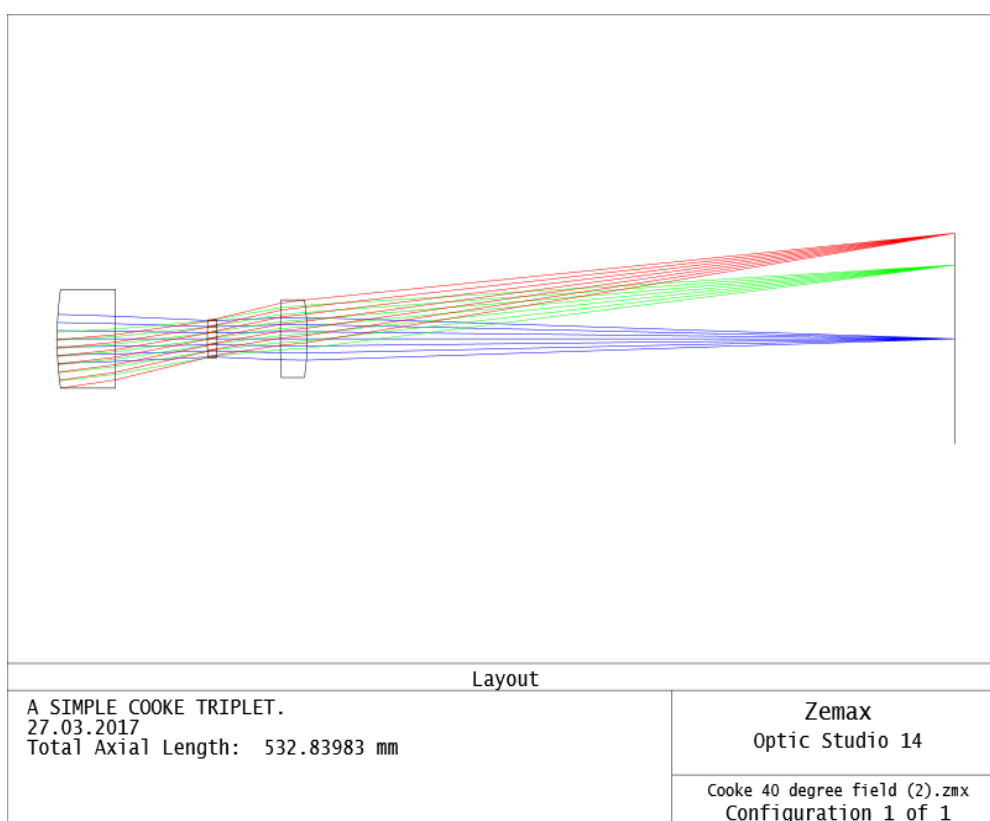


Рисунок -1. Оптическая схема системы

Таблица 1

Технические характеристики оптической системы

Параметр	значения
Высота орбиты	700 км
Спектральный диапазон	Панхроматический: 450-750 нм
Пространственное разрешение	10 м
Ширина полосы	184,3 км
Оптические характеристики	
Фокусное расстояние	440 мм

Диаметр входного зрачка	50 мм
Угол обзора	15°
Физические требования	
Масса телескопа не должна превышать	3 кг
Размеры телескопа позволяют разместить его в коробке с размерами	120x100x 250mm
Телескоп должен сохранять свои характеристики при температурах хранения	-5° to 25°
Телескоп должен сохранять свои рабочие характеристики при рабочих температурах	20°±3°

После применения оптимизации, которая в ПО ZEMAX позволяет получить оптимальные значения всех геометрических параметров оптических элементов при достижении приемлемых значений оптических характеристик всей оптической системы, таких как ФПМ, диаграмма пятна, имеем значения величин, приведенные на рисунках 2 и 3. На рисунке 2 представлен график функции передачи модуляции при панхроматической съемке. В данном случае, для спроектированной системы, имеем высокие значения функции на частоте Найквиста. Разными цветами на графике обозначены разные углы поля зрения телескопа, две линии одного цвета – один и тот же угол поля, но в сагиттальном и тангенциальном направлениях. Величина оптической ФПМ на частоте Найквиста более 30% является приемлемой величиной для телескопа среднего разрешения, с учетом запаса, чтобы это значение после проведения анализа на чувствительность системы к механическим неточностям при изготовлении и задания температурного режима, не была ниже 45% для худшего канала.

На рисунке 3 представлена диаграмма изображения пятна рассеяния точки для различных углов поля в панхроматическом канале. Диаграмма пятна отображает геометрические размеры и форму пятна, отображающего точку подстилающей поверхности. Лучи исходящие из одной точки подстилающей поверхности не могут собираться в точку на фокальной плоскости из-за явления дифракции, поэтому образуют пятно. Кольцо на диаграмме отображает диск Эйри, содержащий не менее 84% приходящего от точки излучения. Приведенные данные на рисунках 2 и 3 позволяют говорить, что спроектированная система в полной мере с необходимым запасом, который используется при дальнейшем анализе системы, соответствует выставленным требованиям заказчика на значения основной оптической характеристики - ФПМ. В свою очередь эта величина также может быть задана или же рассчитана из требований заказчика к качеству изображения.

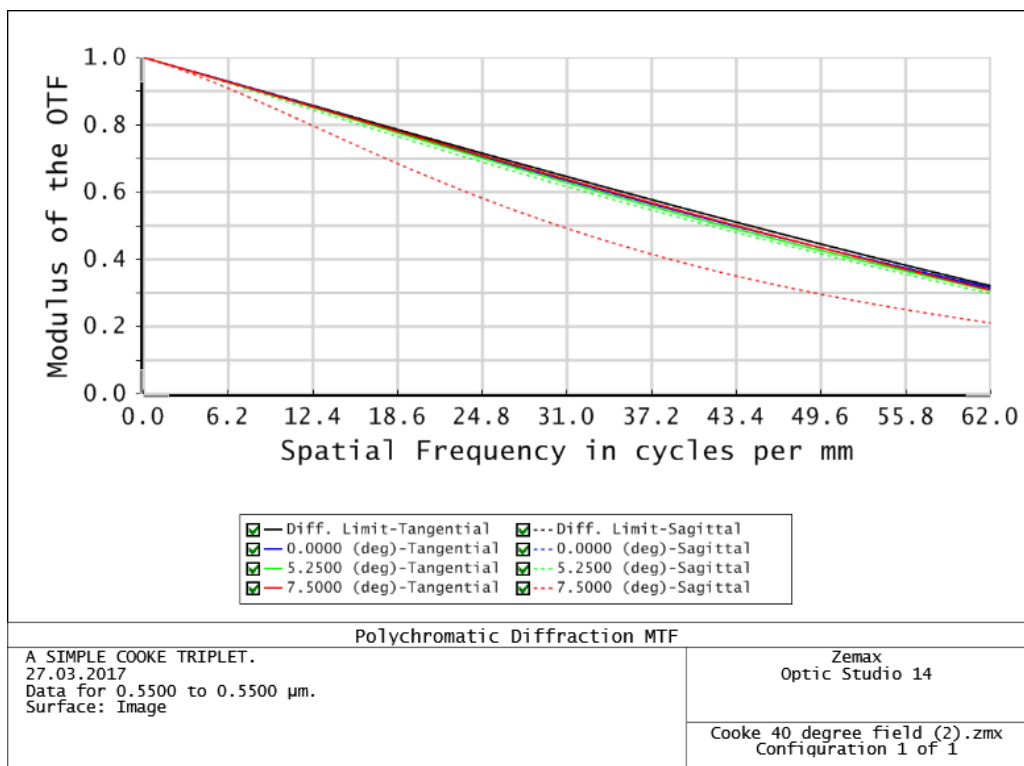


Рисунок- 2. График функции передачи модуляции для одного из спектральных каналов

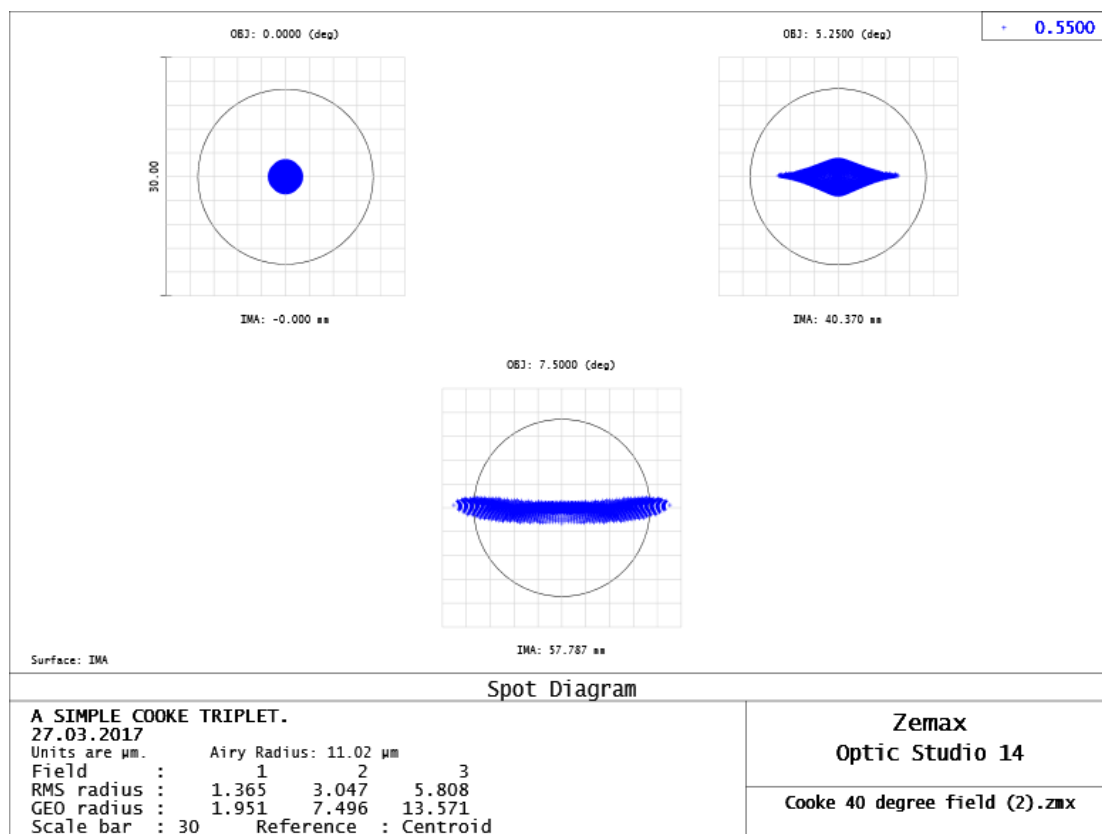


Рисунок -3. Диаграммы пятна рассеяния точки в сравнении с размерами диска Эйри
Радиус диска Эйри (для данного панхроматического канала) 11.02 мкм

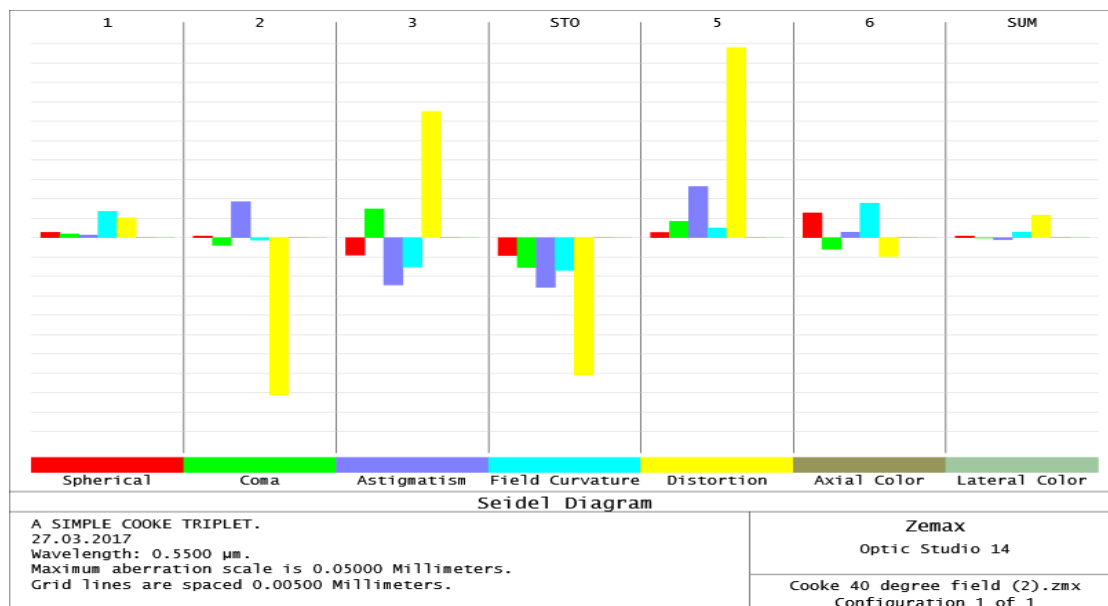


Рисунок - 4. Абберация для данной оптической системы

На графике представлены aberrации данной оптической системы. Данная система имеет три линзы и шесть поверхностей. В данном случае, aberrации расположены вертикально вверх и вниз, это означает, что данные aberrации взаимно компенсируются и в конце получаем минимальное количество aberrаций. Заметно что, ярко выражена дисторсия и кривизна поля. Дисторсию можно исправить на этапе обработки данных. Чтобы исправить кривизну поля необходимо устанавливать дополнительные линзы, следовательно, оптическая система будет сложнее и дороже в изготовлении. В данном случае данный показатель кривизны поля нас устраивает. Следующим этапом при проектировании телескопа является анализ на влияние внешних факторов, таких как учет влияния давления (вакуум) и изменение температуры. Если учет вакуума сказывается, в основном, на дефокусировке изображения, то изменение внешней температуры влияет на оптические характеристики линз (коэффициент преломления, число Аббе), что существенно сказывается на ходе лучей и, следовательно, на основные оптические характеристики. Как правило, рабочий диапазон изменения температуры определяется из требования, чтобы ФПМ в этом диапазоне не ухудшался более чем на 10%. Данный анализ можно провести существующими ПО, было получено, что при изменении температуры в диапазоне 20 град $\pm$ 5 град, значение ФПМ позволяет получить изображение необходимого качества. При этом уменьшение ФПМ идет за счет полученного запаса при проектировании. Полученный температурный диапазон необходим при проектировании системы терморегулировании телескопа. Следующим этапом при анализе спроектированной оптической системы, является учет влияния механических допусков при производстве ее элементов на оптические характеристики, т.е. чувствительность на механические неточности при монтаже (сборки) телескопа. Этот анализ также позволяет провести ПО Zemax. В качестве допустимых погрешностей в изготовлении поверхностей линз (качество шлифовки), их толщин, точности установки элементов на требуемые позиции выбраны вполне достижимые следующие значения: обработка поверхностей – 0.02 мкм, точность установки и допуск на толщину линз – 0.05 мкм. Данные допуски также уменьшают полученное на первом этапе проектирования значение ФПМ, но за счет имеющего запаса, полученного на начальном этапе проектирования - оптические характеристики являются удовлетворительными. Учитывая все эти факторы, ведущие к ухудшению оптических параметров, можно получить наиболее вероятные характеристики с учетом запаса. Важным моментом при проектировании телескопа для КА ДЗЗ является выбор материала для изготовления его механической части, в частности, соответствия тепловых коэффициентов расширения материала и используемых стекол, соответствия бюджету масс, стоимости,

технологичности сборки, а также выбор и компоновка электроники ПН. К основным задачам проектирования оптической системы относится исключение попадания на фокальную плоскость излучения, не прошедшего через элементы телескопа – расчет бленды. В принципе, он сводится к определению ее размера и конфигурации. Важным здесь является соответствие ее длины тому размеру, который отводится всей полезной нагрузке на платформе КА. Современные ПО, такие как ZEMAX позволяют решить задачу расчета бленды в режиме непоследовательного хода лучей. Одним из требований в технологии проектирования оптических систем для космического использования является проведение испытаний разработанной системы, что приводит к необходимости создания различных моделей инструмента для соответствующих испытаний – выработка философии моделей. В зависимости от важности миссии, бюджета проекта, наличия летной истории и т.д. возможно изготовление до 6 моделей оптического инструмента.

Таким образом, в данной статье описаны основные этапы проектирования телескопа для целей ДЗЗ на примере триплета Кука, приведена используемая философия моделирования, описан этап верификации, что дает в целом представление о технологии разработки оптической полезной нагрузки.

Список использованных источников

1. Слюсарев Г.Г. Методы расчета оптических систем. - Л.: Машиностроение, 1969. – 672 с.
2. Максutow Д.Д. Астрономическая оптика. - Л.: Наука, 1979 - 395 с.
3. Г.Т. Мурзакулов, М.Р. Нургужин, Б.Ш. Альбазаров, Б.Р. Жумажанов. Современные методы проектирования и анализа оптических систем на примере внеосевой катадиоптрической системы.

УДК 004.8

ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТТІҢ АДАМЗАТ ТАРИХЫНДА АЛАТЫН РОЛІ

Аманкелді Жасұлан

Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ Ғарыштық техника және технологиялар кафедрасының студенті, Астана, Қазақстан
Ғылыми жетекші: Б.А.Игембаев

Техниканың дамуы соңғы 10 жылдықта өте үлкен белестерге жетті деуге болады. Себебі 21 ғасыр техникасы мен 20 ғасыр техникасын салыстыратын болсақ жаңа ғасыр техниканың жаңа салаларын ашумен ерекшеленеді. Мысал ретінде, бірнеше уақытты талап ететін процесстер қазіргі кезде аз ғана уақытпен шектеледі. Оны біз «Уақыт-прогресс» диаграммасында дәлелдей аламыз. Бұл диаграммада көріп отырғанымыздай адамзат ерте заманда техникадан бірнеше саты жоғары тұрған. Яғни 18-19 ғасыр аралығы адамзаттың рухани дамуының шегі болған. Философияның даму шегі осындай мәселе тудырды. Бұл уақытта техника өзінің даму процесін енді-енді бастаған болатын. Бірнеше ғалымдардың пікірінше техниканың даму шегі адамзатты басқаратын деңгейге жеткенде ғана тоқтайды деп топшылайды.