

Изобретение относится к области воздухоплавания, авиации, машиностроения и эксплуатации сложных производственных машин в части способов определения работоспособности операторов сложных автоматизированных комплексов. Изобретение является эффективным способом предотвращения аварий воздушных судов по вине человеческого фактора, управления летной деятельностью экипажа.

Известен также способ оценки динамики затрат рабочего времени при оценке работоспособности [1]. Однако существующий способ не позволяет оценить области редких (феноменальных) ошибок оператора и поэтому не позволяет делать прогнозы по возможной аварийности к предупреждать авиакатастрофы, а также производить индивидуальные подрегулировки по "почерку" специалиста.

Наиболее близким по технической сущности является способ оценки работоспособности и эффективности деятельности оператора и групп операторов (малых групп) с построением графиков в кривых обучаемости (работоспособности) и определением начального и стационарного уровня профессиональной подготовки отдельных операторов или сравнением подготовки отдельного оператора с групповой кривой работоспособности и обучаемости. При этом может оцениваться резерв возможностей группы операторов на определенные моменты времени или за определенные периоды деятельности. Возникает возможность взаимного контроля отдельных членов группы и группы операторов в целом путем анализа графиков.

Кривые работоспособности строятся в координатах - "показатель успешности - число последовательно выдаваемых заданий, тренировок, испытаний или циклов работы".

За начальный уровень профподготовки оператора или средний уровень подготовленности группы операторов принимаются циклы работы (испытания, тренировки), которые проходили в наиболее простых условиях работы, без воздействия отрицательных факторов среды и без факторных накладок самого цикла работы (отказы, неисправности, аварийные ситуации, катастрофические ситуации и т.д.).

За стационарный уровень профподготовки принимаются данные по показателю успешности (время выполнения заданий, качество выполнения задания, сложность выполнения тренировок и т.д.), когда значения показателя успешности не меняются при увеличении числа тренировок или циклов работы (появление так называемого "плато").

По характеру кривых могут оцениваться уровни взаимодействия операторов в группе с акцентом на информационные взаимодействия.

Структурно способ предполагает:

- сбор данных по каждой тренировке или циклу работы;
- составление перечня данных по всем циклам работы и тренировкам;
- ранжирование данных по интервалам времени или выборочное ранжирование данных;
- группирование данных при большом числе операторов или сравнение нескольких групп;
- составление таблиц для построения графиков;
- построение координатных графиков и кривых работоспособности;
- оценку начального уровня работоспособности и профподготовки;
- оценку стационарного уровня работоспособности и профподготовки;
- сравнительный анализ успешности отдельного оператора и группы в целом;

Начальный уровень профподготовки оператора оценивается по кривым путем определения среднеарифметического значения показателя успешности по пяти-шести начальным тренировкам или циклам работы, полученное значение показателя успешности наносится на график.

Описанный способ, как наиболее близкий к заявляемому изобретению по совокупности признаков, выбирается в качестве прототипа.

Способ-прототип также как и другие аналоги не позволяет делать прогнозы по возможной аварийности и предупреждать авиакатастрофы.

Технической задачей, на решение которой направлено изобретение, является повышение уровня безопасности полетов и улучшение уровня управления полетами в авиаэскадрильях и авиаотрядах при предотвращении и исключении аварий и катастроф по человеческому фактору.

Технический результат достигается за счет того, что в известном способе определения работоспособности оператора или группы операторов воздушного транспорта, заключающемся в том, что испытуемому задают цикл работ, в процессе выполнения которых производят регистрацию параметров полета, собирают показания регистрирующих приборов, обрабатывают измеренные данные, полученные результаты наносят на график, по характеру кривых которого судят о работоспособности оператора или группы операторов, при этом предварительно определяют начальный уровень профподготовки оператора или группы операторов, для чего испытуемому предъявляют цикл работ, реализуемых без воздействия отрицательных факторов среды и факторных накладок, а уровень профподготовки оценивают по графику успешности, значение которой получают как среднеарифметическое показателя успешности по пяти-шести начальным циклам работ, согласно изобретению для обработки данных отбирают результаты измерений нормальных полетов, а обработку отобранных данных ведут по факторным зонам, выделяя максимальные амплитуду и период факторных колебаний (неопределенностей), наносят их на специальную картограмму анализа факторных неопределенностей и определяют категории нормального полета по контрольным границам факторно-безопасных, относительно-факторно-безопасных, предельных факторно-неопределенных полетов, по которым судят о работоспособности оператора или группы операторов воздушного транспорта.

Заявляемый способ обеспечен достаточным объемом статистических данных и повышенной представительностью (репрезентативностью) этих данных. Обычно в летной практике общее количество нормальных полетов значительно больше, чем полетов с замечаниями, инцидентами, авариями, катастрофами, для которых составляет тысячную часть процента. Поэтому способ основанный на статистике нормальных полетов (основной массе полетов), имеет повышенную достоверность, так как все статистические закономерности имеют достаточные выборки, близкие к генеральной совокупности.

Разделение нормальных полетов (полетов без замечаний) на три категории и выделение категории неопределенных полетов прогнозирует и моделирует процесс развития любой аварийной или

катастрофической ситуации до того как она возникла. Нельзя не отметить, что любая авиакатастрофа - это предельно неопределенный полет по своим этапам, фазам, моментам и обычно она возникает из определено нормального полета.

Нормальный полет может содержать "в зародыше" катастрофу в виде факторных неопределенностей, т.е. неопределенных изменений параметров, этапов полета. Например, факторные неопределенности разворотов нормального полета состоят в изменении формы разворота при входе и выходе из разворота, при входе в наличии колебаний с возрастающей амплитудой на вершине разворота, в неопределенной длительности разворота и т.д.

Нормальные факторно-неопределенные полеты - это источник будущих катастроф и аварий, именно они при увеличении числа факторов, воздействующих на экипажи, переходят в аварии и катастрофы.

Поэтому, пользуясь заявляемым способом, пилоты будут знать о потенциально опасных, но пока нормальных полетах, и смогут своевременно по картограмме учесть их и принять меры для недопущения аварийных и катастрофических ситуаций.

На фигурах 1,2,3 приведены карты анализа факторных неопределенностей процесса полета и прогноза по уровню факторных накладок соответственно иллюстрирующие три конкретных примера реализации заявляемого способа:

- на уровне экипажа, для индивидуальных регулировок по почерку любого пилота;
- на уровне летного отряда, эскадрильи, для снятия неопределенно-факторных полетов и предупреждение катастрофических и аварийных ситуаций;
- на уровне авиауправлений, авиаконцернов, авиадепартаментов для оптимизации методов управления летной работой.

Способ определения работоспособности операторов (пилотов) или группы операторов воздушного транспорта осуществляется следующим образом.

Предварительно определяют начальный уровень профподготовки пилотов. Полеты для определения начального уровня профподготовки пилотов проводят в простых условиях, без воздействия отрицательных факторов среды и факторных накладок самого цикла работы (отказы, неисправности, аварийные ситуации, катастрофические ситуации и т.д.).

Пилоту (оператору) задают цикл работ, например, рейсовые полеты в одном регионе или нескольких регионах, в процессе выполнения которых производят регистрацию параметров полета, например, тангаж, крен, курс. Собирают показания регистрирующих приборов (магнитные ленты, цифрозписи, осциллограммы), обрабатывают измеренные данные путем подсчета среднеарифметического значения амплитуды и периода факторных колебаний и наносят на предварительный бланк картограммы. Затем готовится массив бланков картограмм для анализа по типам самолетов авиаотряда или авиапредприятия, калибровка и масштабирование. Оценка начального уровня производится для уточнения масштаба построения картограммы для предотвращения выхода данных за пределы карты.

Далее проводят сбор осциллограмм нормальных полетов по экипажам. К нормальным полетам относят полеты, выполненные без замечания авиаспециалистов.

Сбор осциллограмм нормальных полетов по экипажам предполагает предварительный анализ, этап анализа магнитных лент, цифрозписи для вывода массива осциллограмм полетов без замечаний; образование генеральной совокупности осциллограмм нормальных полетов путем выборки из общей совокупности всех полетов авиаотряда; первичную отбраковку осциллограмм по принципу изъятия полетов без замечаний на автопилоте и других автоматических режимах; вторичный отбор осциллограмм, включающий подбор масштаба выбранных параметров на осциллограммах для анализа, вторичный вывод осциллограмм на регистраторах полетной информации. При этом производится группирование и разделение нормальных полетов на три категории:

- факторно-безопасные полеты;
- относительно-факторно-безопасные полеты;
- предельно-факторно-неопределенные полеты.

На картограмме (см. фиг. 1,2,3) эти полеты разделяются контрольными границами, которые определяются по правилам теории вероятности - "трех сигм" (трех среднеквадратических).

Обработка осциллограмм нормальных полетов включает определение факторных зон полетов с разворотами (четыре зоны) и полетов без разворотов (две зоны) и выбор зоны факторного противодействия пилотов. Выбор зоны противодействия пилота факторным накладкам в качестве основной (от 4-го разворота до касания или БПРМ - ближнего привода радиомаяка). В каждой зоне определяют тип факторной неопределенности по максимальной амплитуде и периоду любого параметра (например, крен, тангаж и др.). Определяют амплитуду и период факторных колебаний методом "скользящего алгоритма" по автоматической или ручной программе в соответствии с методом Пугачева. Значения амплитуды факторных колебаний (ордината картограммы) и периода факторных неопределенностей (абсцисса картограммы) наносят на картограмму в виде точек в условном масштабе (например, амплитуда в мм, умноженная на 20; период - мм, умноженный на 20).

По расположению точек делается вывод о категории полета и дается прогноз аварийности (факторно-неопределенные полеты) или безаварийности (факторно-безопасные полеты - ФБП) по совокупности полетов без замечаний.

Карта анализа строится по любому параметру полета, в любой факторной зоне полета.

Таким образом, процедура предотвращения авиакатастроф при использовании заявляемого способа выглядит следующим образом. Сравниваются факторные колебания ФНП (амплитуда и период) со статистикой (осциллограммами) катастрофических полетов анализируемого авиаотряда. Затем проводят вторичный анализ ФНП, сравнения ФНП со статистикой отрицательных полетов, начиная с полетов с замечаниями до аварийных полетов по классификации ИКАО

(Международная организация гражданской авиации). Наиболее сложные по уровню неопределенности

ФНП следует повторить на комплексных тренажерах, чтобы доопределить виды факторных неопределенностей. Сравнивают два текущих периода полетов по ФНП до получения полного эффекта снятия ФНП для всех пилотов.

Рассмотрим три конкретных примера реализации способа. Первый пример иллюстрируется фиг.1 и дан на уровне экипажа. Командир авиаэскадрильи проанализировал данные обработки самолетных самописцев 9 рейсов КВС (командира воздушного судна) и выставил оценку "5" (или без замечаний), пользуясь известным способом анализа. Затем, согласно заявляемому способу, отобрали осциллограммы полетов с оценкой "5", произвели обработку данных, определили уровень факторной неопределенности полета на этапе захода на посадку каждого полета с оценкой "5" КВС № X и выделили значения амплитуды и периода колебаний самолета по предпосадочной прямой. Полученные значения свели в таблицу. Умножаем полученные данные на 20 и наносим на карту анализа факторных неопределенностей процесса полета и прогноза по уровню факторных накладок.

Определяем среднеарифметическое и наносим на карту (поз.3). Наносим также все остальные значения. Делаем анализ и прогноз. Из карты видно, что полет № 7 (на карте обозначен п.2) является за пределами факторно-неопределенным, т.е. выполнен на оценку "5" с огромной трудностью, что подтвердил пилот этого рейса. Нанесенные на карту полеты №№ 1,2 дались командиру легко, т.е. показывают уровень его возможности (на карте обозначены п.1). Остальные полеты оказались средней трудности. Общий уровень трудности выполнения полетов ВКС №X обозначен на карте п.3. На разборе с командным составом было доложено, чтобы они обратили внимание на КВС №X и выявили бы причины трудности для КВС №X выполнять полеты 7,8,9 на оценку "5". Однако командование не отреагировало на показатели карточки анализа и через месяц ВКС №X грубо нарушил летные документы и принес авиационное происшествие.

Второй пример иллюстрируется фиг.2 и дан на уровне летного отряда (3-й авиаэскадрилья).

Проводится аналогичный анализ каждого КВС в каждой авиаэскадрилье (см. пример № 1). Вычисляются среднеарифметические значения всех КВС по трем значениям:

- лучшие полеты каждого КВС (факторно-определенные);
- среднеарифметические данные полетов всех КВС;
- максимальные факторно-неопределенные полеты всех КВС.

Составляем таблицу по каждой авиационной эскадрилье и заполняем карту

Анализируются полеты после заполнения специальной картограммы каждой авиаэскадрильи

Третий пример иллюстрируется фиг.3 и дан на уровне авиационного Управления (отрасли).

Проводится отбор осциллограмм "полетов без замечаний" в а/п, например, Архангельский авиаконцерн. Группируются осциллограммы на полеты ЛС и КЛС (линейный летный состав и отдельно командный). Проводится анализ полетов каждого экипажа, возглавляемого КЛС, как показано в примере №5 1. По каждой группе анализируемых проводятся расчеты и анализ, как показано в примере № 2, и заносятся в табл.3.

Из таблицы данные, умноженные на 20, наносятся на специальную картограмму цикла работ авиаконцерна.

Анализируется картограмма и находится причина разного уровня неопределенности полетов ЛС КЛС.

Изобретение имеет следующую область применения.

Изобретение является эффективным способом предотвращения аварий воздушных судов по вине человеческого фактора (экипажа ВС), управления летной деятельностью экипажами в части:

- профессионального отбора при выборе профессии пилота;
- профессионального отбора кандидатов на ввод в строй командиров воздушного судна;
- профессионального отбора при формировании наиболее безопасного экипажа;
- профессионального отбора для переучивания на более сложные воздушные суда;
- профессионального отбора при назначении мл должность пилота-инструктора и командолетного состава;
- повышения требования к медицинскому переобучению и управлению уровнем патологии пилотов;
- своевременного определения наиболее сложных для выполнения полетов аэродромов;
- определения наиболее сложных для экипажа режимов (способов) захода на посадку для каждого экипажа;
- определения уровня сложности выполнения полета экипажем на оценку "пять";
- прогнозирования "уровня надежности" экипажа, подразделения, авиакомпании в целом;
- определения тенденций к росту или снижению уровня профессиональной подготовки для полетов в сложных и аварийных ситуациях, не дожидаясь от пилота отклонений от заданных нормативов в процессе полета;
- прогнозирования реакции пилота на аварийную ситуацию в процессе полета;
- определения с достаточной точностью уровня способности выполнения пилотом предпосадочного маневра, захода на посадку и качество посадки по особенностям первого маневра самолета после взлета;
- применения методик по;
- снижению напряженности пилота при выполнении нормального полета;
- снижению напряженности пилота при аварийных и сложных ситуациях в процессе полета;
- снижению напряженности при воздействии на пилотов отрицательных факторов в процессе полета.

Упомянутое по тексту описания (стр.6) определение амплитуды и периода факторных неопределенностей методом "скользящего алгоритма" (метод Пугачева) описано в книге Пугачева "Теория случайных функций и ее применение к задачам автоматического управления", М.. Физ.мат., 1960 г., 610 с.

Таблица 1

№ рейса (полета)	A (ампл.)	T (период)
1	2	2
2	2	2
3	3	4
4	4	5
5	3	5.5
6	4	6
7	15	10
8	10	10
9	6	7
Среднее арифметическое	5,4	5,7

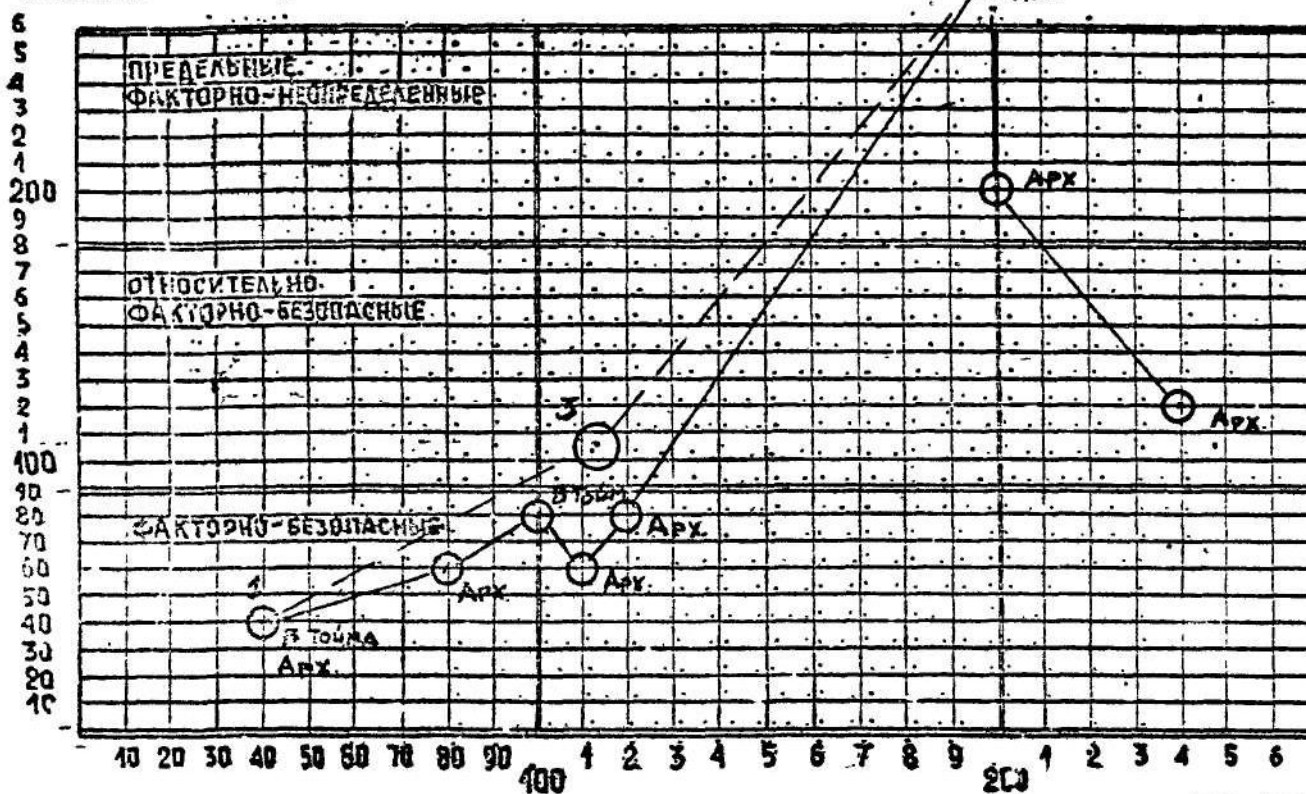
Таблица 2

№	A _{min.}	T _{min.}	A _{ср.}	T _{ср.}	A _{max.}	T _{max.}
I АЭ	2,5	7,6	4,2	6,7	6,5	6,8
II АЭ	2,3	5,7	4,7	6,2	7,5	7,5
III АЭ	2,1	6,6 °	4,0	7,5	6,0	8,5

Таблица 3

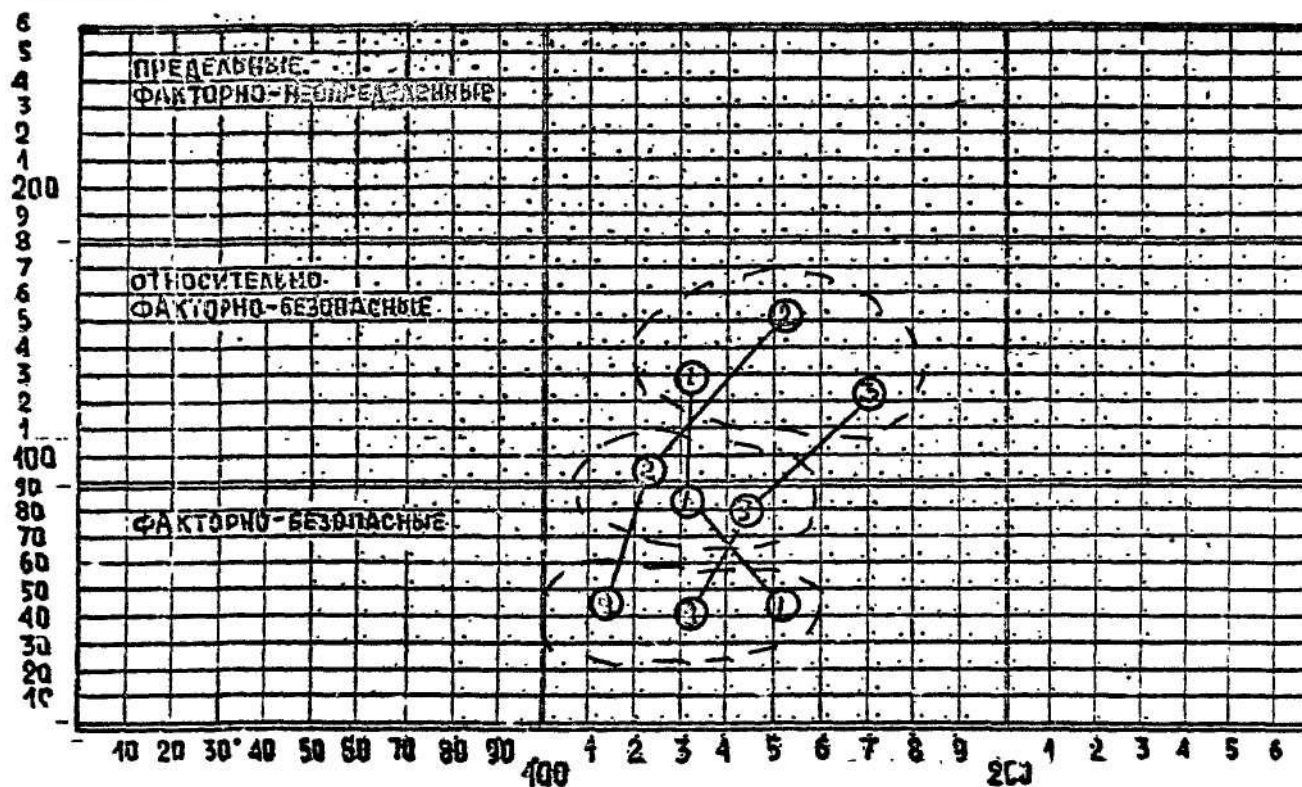
№ гр.	A _{min.}	T _{min.}	A _{ср.}	T _{ср.}	A _{max.}	T _{max.}
ЛС	2	6	6	7,5	11	8
КЛС	2	8	4	6	9	8

АМПЛИТУДА ФН
Л:МХ 20



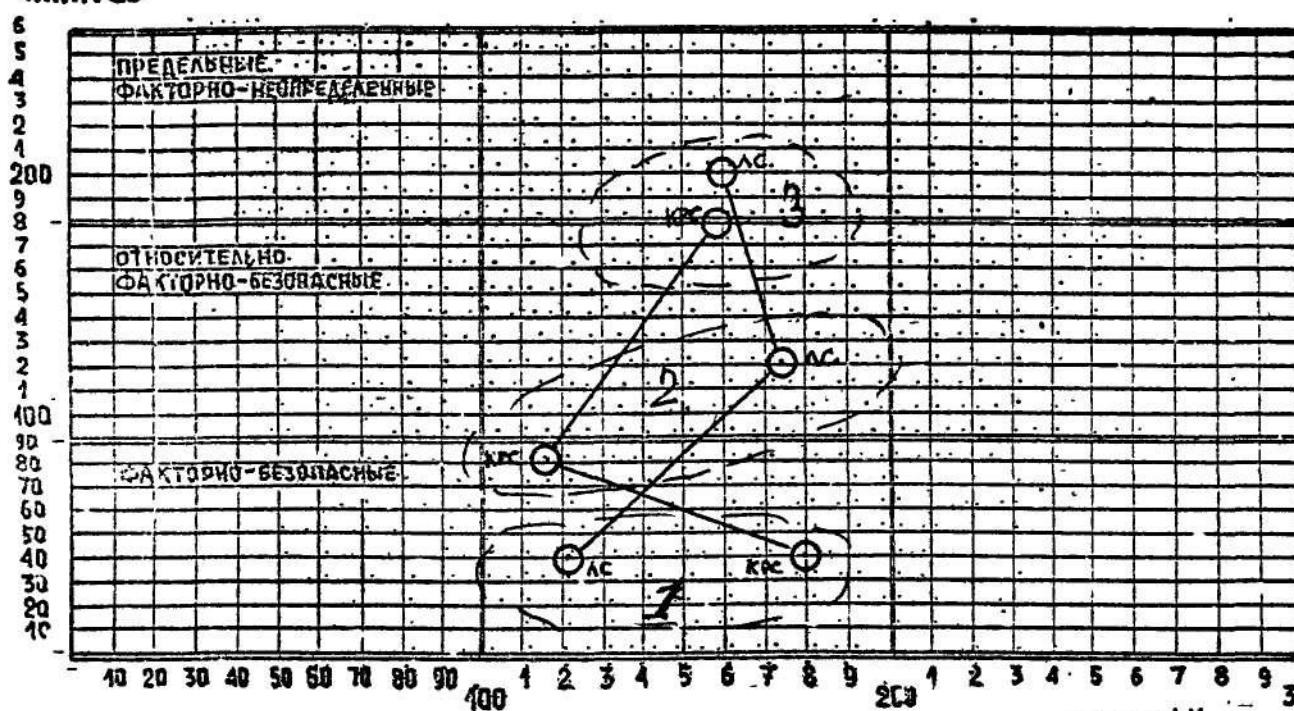
Фиг. 1

АМПЛИТУДА ФН
Л:МХ 20



Фиг. 2

АМПЛИТУДА ФН
мм X 20



Фиг. 3