ДӘРІС № 1
КІРІСПЕ

Тақырып: Көлік мәселесін шешу жөніндегі іс-шаралар жүйесіндегі ғылыми-техникалық прогресс пен техникалық құралдардың рөлі. Жол қозғалысын басқарудың жүйелі тәсілі. Жол қозғалысын ұйымдастыру және реттеу құралдарын дамыту кезеңдері. Қозғалыстың негізгі сипаттамалары. Жол қозғалысын реттеу әдістері және оның тиімділігін бағалау критерийлері. Жол қозғалысын реттеу құралдарының жіктелуі.

1. Көлік мәселесін шешудегі ғылыми-техникалық прогресс пен техникалық құралдардың рөлі

Қазіргі заманғы қалалардың дамуымен бірге көлік мәселесі күрделене түсуде. Кептелістер, жол-көлік оқиғаларының көбеюі, атмосфераның ластануы, уақыт пен энергия шығынының артуы - осылардың барлығы кешенді шешімдерді талап етеді. Көлік мәселесін тек жолдарды кеңейту немесе көлік құралдарының санын арттыру арқылы шешу мүмкін емес. Мұнда ғылыми-техникалық прогресс (ҒТП) пен заманауи техникалық құралдар шешуші рөл атқарады.

Ғылыми-техникалық прогрестің негізгі бағыттары:

- Интеллектуалды көлік жүйелері (ITS -Intelligent Transport Systems) - нақты уақыт режимінде деректерді жинау, өңдеу және басқаруды қамтамасыз етеді.

- Автоматтандырылған басқару жүйелері - бағдаршамдарды бейімді реттеу, кептелісті болжау және оңтайлы маршруттарды ұсыну.

- Сенсорлық технологиялар, бейнекамералар, GPS, V2X (Vehicle-to-Everything) байланысы - қозғалыс параметрлерін үздіксіз бақылауға мүмкіндік береді.

- Имитациялық модельдеу бағдарламалары (VISSIM, Aimsun, SUMO және т.б.) - ұсынылған шешімдерді алдын ала тексеру және оңтайландыру.

- Жасанды интеллект пен үлкен деректер (Big Data) - қозғалыс заңдылықтарын анықтау, болжау және шешім қабылдауды автоматтандыру.

ҒТП арқылы қозғалысты басқару пассивті құралдардан (жол белгілері, тұрақты циклді бағдаршамдар) белсенді, адаптивті және болжамды басқаруға көшуде. Нәтижесінде жол желісінің өткізу қабілеті артады, апаттылық төмендейді, экологиялық және экономикалық шығындар азаяды.

2. Жол қозғалысын басқарудың жүйелі тәсілі

Жол қозғалысы - бұл күрделі динамикалық жүйе. Оны тиімді басқару үшін жүйелі тәсіл (system approach) қолданылады. Жүйелі тәсілдің мәні - жекелеген элементтерді емес, бүкіл жүйені оның ішкі және сыртқы байланыстарымен бірге қарастыру.

Жүйенің негізгі элементтері:

1. Көлік құралдары (жеңіл, жүк, қоғамдық көлік, арнайы техника).

2. Жол желісі (көшелер, қиылыстар, жол өтпелері).
3. Қозғалыс қатысушылары (жүргізушілер, жаяу жүргіншілер, велосипедшілер).
4. Басқару және реттеу құралдары (бағдаршамдар, белгілер, таңбалау).
5. Сыртқы орта (ауа райы, құрылыс жұмыстары, арнайы оқиғалар).

Басқару иерархиясы үш деңгейден тұрады:

- Стратегиялық деңгей -желілік жоспарлау, ұзақ мерзімді даму.
- Тактикалық деңгей -бағдаршам циклдерін оңтайландыру, «жасыл толқын» ұйымдастыру.
- Оперативті деңгей -нақты уақыт режиміндегі басқару, төтенше жағдайларға жауап беру.

Жүйелі тәсіл көпкритерийлі мақсаттарды (қауіпсіздік, өткізу қабілеті, уақыт шығыны, экология, ыңғайлылық) ескере отырып, шешім қабылдауды қамтамасыз етеді.

3. Жол қозғалысын ұйымдастыру және реттеу құралдарын дамыту кезеңдері

Жол қозғалысын ұйымдастыру және реттеу құралдарының дамуы бірнеше тарихи кезеңнен өтті:

3.1. Бастапқы кезең (XIX ғ. аяғы – XX ғ. басы)

Қарапайым жол белгілері, полициялық реттеу, алғашқы бағдаршамдар пайда болды. 1914 жылы АҚШ-тың Кливленд қаласында әлемдегі алғашқы электрлі бағдаршам орнатылды. Бұл кезеңде негізгі мақсат -қозғалыс тәртібін сақтау болды.

3.2. Механикалық және электрлік құралдар кезеңі (1920–1950 жж.)

Тұрақты циклді бағдаршамдар кеңінен енгізілді. Жол белгілері стандартталды. Жол таңбалауы қолданыла бастады. Қозғалысты реттеудің негізгі принциптері қалыптасты.

3.3. Автоматтандыру кезеңі (1960–1980 жж.)

Координацияланған бағдаршам жүйелері пайда болды. Индукциялық ілмектер (детекторлар) қолданыла бастады. «Жасыл толқын» принциптері енгізілді. Орталықтандырылған басқару орталықтары құрылды.

3.4. Интеллектуалды жүйелер кезеңі (1990 жж. – қазіргі уақыт)

Адаптивті басқару жүйелері (SCATS, SCOOT) енгізілді. Интеллектуалды көлік жүйелері (ITS) дамыды. Байланысқан көліктер (Connected Vehicles) және автономды көліктер технологиялары пайда болды.

3.5. Цифрлық және жасанды интеллект кезеңі (қазіргі)

Нақты уақыт режиміндегі цифрлық егіздер (Digital Twins), машинное обучение, V2X технологиялары, ұшқышсыз көліктерді интеграциялау. Қозғалысты басқару толығымен цифрлық және интеллектуалды сипатқа ие болуда.

4. Қозғалыстың негізгі сипаттамалары

Жол қозғалысы ағынының негізгі параметрлері төмендегідей:

Сипаттама	Белгілеу	Өлшем бірлігі	Сипаттамасы
Қарқындылық (интенсивность)	q	авт/сағ	Уақыт бірлігіндегі көлік саны
Тығыздық (плотность)	k	авт/км	Жол учаскесіндегі көлік саны
Жылдамдық	v	км/сағ	Орташа кеңістіктік / уақыттық
Негізгі қатынас	$q = k \cdot v$	—	Ағынның негізгі заңы
Кеңістіктік алшақтық	s	м	Көліктер арасындағы қашықтық
Уақыттық алшақтық	h	с	Көліктер арасындағы уақыт

Қосымша сипаттамалар:

- Қозғалыс құрамы -жеңіл, жүк, автобус, мотоцикл үлесі.
- Бірқалыптылық -ағынның тұрақтылығы.
- Қызмет көрсету деңгейі (LOS -Level of Service) -A-дан F-ке дейін.
- Апаттылық көрсеткіштері -жол-көлік оқиғаларының саны мен ауырлығы.

5. Жол қозғалысын реттеу әдістері және тиімділігін бағалау критерийлері

5.1. Реттеу әдістері

1. Пассивті әдістер -жол белгілері, таңбалау, жылдамдық шектеулері, қоршаулар.
2. Белсенді әдістер -бағдаршамдар (тұрақты циклді, бейімді, үйлестірілген).
3. Ұйымдастырушылық әдістер -бір бағытты қозғалыс, жолақтарды бөлу, жүк көліктеріне уақытша шектеу, «жасыл толқын».
4. Интеллектуалды әдістер -нақты уақыттағы басқару, маршруттық бағдарлау, динамикалық баға белгілеу (congestion pricing).

5.2. Тиімділікті бағалау критерийлері

- Қауіпсіздік -жол-көлік оқиғаларының саны мен ауырлығының төмендеуі.
- Өткізу қабілеті және кешігулер -орташа кешігу уақыты, кезек ұзындығы.
- Жылдамдық және саяхат уақыты -орташа қозғалыс жылдамдығының артуы.
- Экологиялық көрсеткіштер -шығарындылар мен шу деңгейінің төмендеуі.
- Экономикалық тиімділік -уақыт пен отын шығынының азаюы.
- Пайдаланушылардың ыңғайлылығы мен әділдігі.

Практикада көбінесе көпкритерийлі бағалау қолданылады. Әр критерийге салмақ коэффициенттері беріліп, интегралды көрсеткіш есептеледі.

6. Жол қозғалысын реттеу құралдарының жіктелуі

6.1. Техникалық құралдар

- Жол белгілері (ескерту, тыйым салу, нұсқау, ақпараттық).
- Жол таңбалары (көлденең және бойлық).
- Бағдаршамдар (көлік, жаяу жүргінші, трамвай, велосипед).
- Қоршаулар, бағыттаушы құрылғылар, жылдамдықты төмендететін элементтер.

6.2. Басқару жүйелері

- Жергілікті жүйелер -бір қиылысты басқару.
- Координацияланған жүйелер -бірнеше қиылысты (коридорды) басқару.
- Желілік / орталықтандырылған жүйелер -бүкіл қалалық желіні басқару.
- Бейімді және интеллектуалды жүйелер -нақты уақыт режимінде өзгеріп отыратын.

6.3. Ақпараттық құралдар

- Айнымалы ақпараттық таблолар (VMS -Variable Message Signs).
- Навигациялық жүйелер, мобильді қосымшалар, интернет-сервистер.

6.4. Ұйымдастырушылық-құқықтық шаралар

- Жол қозғалысы ережелері.
- Жылдамдық және жүктеме шектеулері.
- Арнайы режимдер (жүк көліктеріне тыйым, экологиялық аймақтар).